

**SKRIPSI**

**PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN POROS TERHADAP  
EFESIENSI PROPULSI KAPAL NELAYAN 4 GT**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**ARIYADI  
D091191009**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN POROS TERHADAP EFESIENSI PROPULSI KAPAL NELAYAN 4 GT

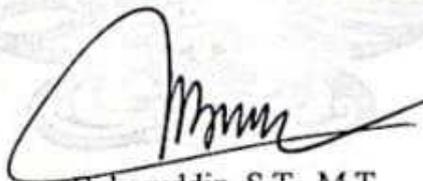
Disusun dan diajukan oleh

**Ariyadi**  
**D091191009**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 26 Juni 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Baharuddin, S.T., M.T.  
NIP 19720202 199802 1 001

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Ir. Faisal Mahmuddin, S.T., M. Inf. Tech., M. Eng., IPM  
NIP-19810211 200501 1 003



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Ariyadi  
NIM : D091191009  
Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN POROS TERHADAP EFESIENSI PROPULSI KAPAL NELAYAN 4 GT

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 26 JUNI 2024

Yang Menyatakan

A 10,000 Indonesian postage stamp with a signature and the name Ariyadi. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METRAI TEMPEL', and '6749FALX246327510'.



## ABSTRAK

**ARIYADI.** *Pengaruh Sudut Kemiringan Poros Terhadap Efisiensi Propulsi Kapal Nelayan 4GT* (dibimbing oleh Baharuddin, S.T., M.T.)

Dalam pengoperasian kapal ikan nelayan, para nelayan mengatur muatannya berdasarkan kondisi pada saat menaikkan muatan dan kondisi ruang muat. Dalam kondisi full, tidak memerlukan pengaturan khusus karena semua ruang muat diisi muatan, tetapi dalam hal kapal dimuati  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  dibutuhkan pengaturan khusus. Terdapatnya beberapa kondisi pemuatan menyebabkan terjadinya perbedaan ketinggian antara sarat depan dan sarat belakang kapal. Untuk mengetahui besarnya tahanan maka dilakukanlah simulasi menggunakan Software Maxsurf Resistance. Dan berdasarkan perhitungan tahanan serta penentuan karakteristik propeller maka dihasilkan Torzi pada setiap kondisi pemuatan yaitu 18,38 HP, 18,53 Hp, 20,34 HP, 20,79 HP dan 22,09 HP dengan putaran propeller 1800 RPM atau 30 RPS. Dan akibat adanya trim pada lambung kapal menyebabkan terjadinya kemiringan poros yang mempengaruhi gaya dorong (Thrust) yang dihasilkan dimana pada setiap kondisi didapatkan Thrust sebesar 1,304 kN, 1,458kN, 1,560 kN, 1,620 kN dan 1,670 kN. Perbedaan thrust ini juga dipengaruhi oleh perbedaan displacement pada setiap kondisi pemuatan.

Kata Kunci: Muatan, Tahanan, Daya



## ABSTRACT

**ARIYADI.** *"The Influence of Shaft Tilt Angle on the Propulsion Efficiency of 4GT Fishing Vessel (supervised by Baharuddin, S.T., M.T.)"*

*In the operation of fishing vessels, fishermen arrange the cargo based on the conditions at the time of loading and the condition of the cargo hold. In a full load condition, no special arrangement is required as all the cargo space is filled, but in cases where the vessel is loaded to  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , or  $\frac{3}{4}$  capacity, special arrangements are needed. The presence of various loading conditions causes differences in the height between the draft at the bow and the draft at the stern of the vessel. To determine the magnitude of the resistance, a simulation is conducted using Maxsurf Resistance software. Based on the resistance calculations and the determination of the propeller characteristics, the torque generated in each loading condition is 18.38 HP, 18.53 HP, 20.34 HP, 20.79 HP, and 22.09 HP with a propeller rotation of 1800 RPM or 30 RPS. Due to the trim of the vessel's hull, there is a resulting shaft inclination that affects the thrust generated, with thrust values of 1.304 kN, 1.458 kN, 1.560 kN, 1.620 kN, and 1.670 kN for each loading condition respectively. This thrust difference is also influenced by the displacement variations in each loading condition.*

*Keywords: Cargo, Resistance, Power"*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Konsep Dasar Kapal Nelayan.....	4
2.1.1 Definisi Kapal Nelayan.....	4
2.1.2 Karakteristik Bentuk Badan Kapal.....	5
2.1.3 Tahanan Kapal.....	8
2.2 Propeller.....	11
2.2.1 Jenis-Jenis Propeller.....	11
2.2.2 Komponen-komponen propeller.....	12
2.2.3 Sistem Propulsi.....	13
2.2.4 Efisiensi Propulsi.....	14
2.2.4 Engine Propeller Matching.....	16
2.3 Sudut Kemiringan Poros.....	18
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.1.1 Lokasi Penelitian.....	19
3.1.2 Waktu Penelitian.....	19
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	19
3.2.1 Jenis Data.....	19
3.2.2 Studi Literatur.....	20
3.2.3 Studi Lapangan.....	20
3.3 Data Penelitian.....	20
3.3.1 Ukuran Utama Kapal.....	20
3.3.2 Spesifikasi Mesin.....	21
3.4 Prosedur Penelitian.....	22
3.5 Diagram Alir.....	24
.....	25
..... DAN PEMBAHASAN.....	25
..... isi Pemuatan Kapal Ikan.....	25
..... c Kapal Ikan.....	27



4.3 Tahanan kapal .....	28
4.3 Penentuan Propeller .....	32
4.4 Pengaruh Sudut Kemiringan Poros terhadap Thruts .....	48
BAB 5.....	49
KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA .....	50



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kapal Nelayan .....	5
Gambar 2. 2 Komponen propeller.....	12
Gambar 2. 3 diagram open water test.....	17
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian Dusun Lekoala.....	19
Gambar 3. 2 Kapal Jolloro .....	21
Gambar 3. 3 Ukuran Mesin.....	22
Gambar 3. 4 Diagaram Alir.....	24
Gambar 4. 1 <i>Lines Plan</i> .....	27
Gambar 4. 2 Desain Lambung .....	27
Gambar 4. 3 Input Metode .....	28
Gambar 4. 4 Input Kecepatan.....	28
Gambar 4. 5 Input Efesiensi.....	28
Gambar 4. 6 Grafik Tahanan Total padasetiap kondisi pemuatan .....	31
Gambar 4. 7 Gambar hubungan KT, KQ dan $\eta_0$ pada propeller B2-38 pada kondisi tanpa muatan.....	39
Gambar 4. 8 Gambar hubungan KT, KQ dan $\eta_0$ pada propeller B2-38 pada kondisi $\frac{1}{4}$ muatan .....	40
Gambar 4. 9 Gambar hubungan KT, KQ dan $\eta_0$ pada propeller B2-38 pada kondisi $\frac{1}{2}$ muatan .....	40
Gambar 4. 10 Gambar hubungan KT, KQ dan $\eta_0$ pada propeller B2-38 pada kondisi $\frac{3}{4}$ muatan .....	41
Gambar 4. 11 Gambar hubungan KT, KQ dan $\eta_0$ pada propeller B2-38 pada kondisi penuh muatan.....	41
Gambar 4. 12 grafik hubungan kecepatan dan daya mesin pada kondisi tanpa muatan .....	43
Gambar 4. 13 grafik hubungan kecepatan dan daya mesin pada kondisi $\frac{1}{4}$ muatan .....	44
Gambar 4. 14 grafik hubungan kecepatan dan daya mesin pada kondisi $\frac{1}{2}$ ...	45
Gambar 4. 15 grafik hubungan kecepatan dan daya mesin pada kondisi $\frac{3}{4}$ muatan .....	46
Gambar 4. 16 grafik hubungan kecepatan dan daya mesin pada kondisi penuh muatan .....	47



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Kapal.....	21
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mesin .....	21
Tabel 4. 1 Trim pada kondisi pemuatan.....	26
Tabel 4. 2 kecepatan dan tahanan tanpa muatan .....	29
Tabel 4. 3 kecepatan dan tahanan muatan $1/4$ .....	29
Tabel 4. 4 Kecepatan dan tahanan muatan $1/2$ .....	30
Tabel 4. 5 Kecepatan dan tahanan muatan $3/4$ .....	30
Tabel 4. 6 kecepatan dan tahanan muatan penuh .....	31
Tabel 4. 7 persamaan polynominal ordo 2 .....	32
Tabel 4. 8 Perhitungan Daya kondisi tanpa muatan.....	33
Tabel 4. 9 Perhitungan Daya pada kondisi $1/4$ muatan.....	34
Tabel 4. 10 Perhitungan Daya pada kondisi $1/2$ muatan.....	35
Tabel 4. 11 Perhitungan Daya pada kondisi $3/4$ muatan.....	36
Tabel 4. 12 Perhitungan Daya pada kondisi penuh muatan .....	37
Tabel 4. 13 Model Matematika tahanan pada berbagai kondisi pemuatan .....	38
Tabel 4. 14 Tabel nilai pada wegenigen series B2-38 .....	39
Tabel 4. 15 Karaktersistik propeller pada berbagai kondisi muatan .....	42
Tabel 4. 16 Tabel Thrust, Torsi dan Power Delivery.....	42
Tabel 4. 17 hubungan kecepatan kapal dan daya mesin pada kondisi tanpa muatan .....	43
Tabel 4. 18 hubungan kecepatan kapal dan daya mesin pada kondisi $1/4$ muatan .....	44
Tabel 4. 19 hubungan kecepatan kapal dan daya mesin pada kondisi $1/2$ muatan .....	45
Tabel 4. 20 hubungan kecepatan kapal dan daya mesin pada kondisi $3/4$ muatan .....	46
Tabel 4. 21 hubungan kecepatan kapal dan daya mesin pada kondisi penuh muatan .....	47
Tabel 4. 22 Nilai Thrust pada setiap kondisi pemuatan .....	48
Tabel 4. 23 nilai Thrust pada setiap kondisi kemiringan .....	48



## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
L	Panjang Kapal (m)
B	Lebar Kapal (m)
H	Tinggi Kapal (m)
T	Sarat Kapal (m)
$C_B$	<i>Block Coefficient</i>
$C_m$	<i>Midship Coefficient</i>
$C_{WL}$	<i>Coefficient of Waterline</i>
$C_{pv}$	<i>Vertical Prismatic Coefficient</i>
$T$	<i>Thrust</i>
Q	<i>Torzi</i>
$P_D$	<i>Power Delivery</i>
$K_T$	Koefisien Thrust
$K_Q$	Koefisien Torzi
D	Diameter Propeller
$\eta_o$	<i>Propeller Open Water Efficiency</i>
EHP	<i>Effective Horse Power</i>
THP	<i>Thrust Horse Power</i>
DHP	<i>Delivery Horse Power</i>
SHP	<i>Shaft Horse Power</i>
BHP	<i>Brake Horse Power</i>
QPC	<i>Quasi Propulsif Coeficient</i>
$V_s$	Kecepatan Dinas
$V_a$	<i>Speed Of Advance</i>
$\eta_p$	Koefisien Propulsi
$\eta_b$	<i>Propeller Behind Hull Efficiency</i>
$\eta_s$	<i>Shafting Efficiency</i>
	<i>Efficiency Delivered</i>
	<i>Efficiency Hull</i>
	<i>Relative Rotative Efficiency</i>



## DAFTAR LAMPIRAN

1 Gambar Kapal .....	53
2 Propeller .....	54
3 Ukuran utama kapal berdasarkan kondisi pemuatan.....	55
4 Lines plan .....	57
5 Gambar lambung kapal .....	58
6 Perhitungan Tahanan Kapal berdasarkan kondisi pemuatan .....	59
7 Simulasi tahanan kapal berdasarkan kondisi pemuatan .....	64
8 Perhitungan daya berdasarkan kondisi pemuatan .....	67
9 Penentuan karakteristik propeller pada berbagai kondisi pemuatan kapal ..	70
10 Gambar kemiringan poros berdasarkan kondisi pemuatan .....	75
11 Brosur Mesin.....	76



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa yang senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Sudut Kemiringan Poros Terhadap Efisiensi Propulsi Kapal Nelayan 4 GT” dapat diselesaikan dengan baik.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program S1 (Strata Satu) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyelesaian skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Ikhsan Nur dan Ibu Sainab Pasajari yang selalu memberikan doa, restu dan dukungan serta materi kepada penulis selama ini. Dan Ardy yang merupakan saudara kandung penulis yang telah mensupport penulis selama perkuliahan hingga pengerjaan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr.Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Baharuddin, S.T., M.T selaku Pembimbing dan Penasehat Akademik yang telah mengarahkan, membimbing dan memotivasi penulis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Prof. Ir. Andi Haris Muhammad, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Muhammad Iqbal Nikmatullah, ST., MT selaku penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang dijadikan sebagai bahan perbaikan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh bapak/ibu dosen, pegawai dan staf Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan membantu perihal administratif penulis.



6. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Prodi Teknik Sistem Perkapalan Angkatan 2019 (*KORTNOZZLE 2019*) yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan dan terkhusus kepada Djunedhi Anwar, Nurhalim Dwi Putra, Rahim, Adiparwata Rakasanjaya dan Fachrul Islam Hidayat yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dalam pengerjaan tugas akhir.
7. Seluruh rekan-rekan *EXMATH 2*, yang terkhusus kepada Sri Erna Sugita, Rafly Rahendra, M. Wais Al Qurni, A. M. Faiz N.B., M. Rezky Z., Muh. Fadli Mappanganro, Pati Rezkyanti Parakkasi, Dian Gita Nirwana, Dian Anugerah, Wahyuningtyas A., Ainun Larasati Mamonto dan Ade Paradita yang telah menemani serta menghibur penulis selama perkuliahan hingga pengerjaan tugas akhir.
8. Seluruh rekan-rekan *Freedom Or Die (FOD)*, yang terkhusus kepada Zubair Abdillah, Resky Alfiansyah, Adi Dwi Sakti, Wahyu D.V., A. Ilham Nour Fadjeri dan Mukhti Muhammad yang telah menemani serta menghibur penulis selama perkuliahan hingga pengerjaan tugas akhir.
9. Seluruh pihak-pihak yang terlibat selama pengerjaan skripsi yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini hasil yang didapatkan masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Dikarenakan keterbatasan ilmu dan kemampuan dari penulis. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya saran dan masukan yang membangun pada hasil skripsi ini. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis secara khusus, dan kepada pembaca. Terima kasih.

Gowa, Juni 2024



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Industri perikanan di banyak negara, termasuk Indonesia, bergantung pada kapal nelayan. Operasi kapal nelayan membantu ribuan nelayan mendapatkan uang selain memainkan peran besar dalam penyediaan makanan. Dalam hal ini, keberhasilan operasi perikanan sangat bergantung pada kinerja kapal nelayan, termasuk kecepatan kapal. Efisiensi waktu, area tangkapan, dan akhirnya hasil tangkapan nelayan dipengaruhi oleh kecepatan kapal nelayan. Oleh karena itu, sangat penting untuk memiliki pemahaman yang mendalam tentang komponen yang memengaruhi kecepatan kapal nelayan.

Di kelurahan Pallantikang, Kecamatan Maros Baru, Kabupaten Maros Sulawesi selatan, sebagian masyarakatnya bekerja sebagai penangkap ikan yang menggunakan kapal ikan sebagai transportasi dan tempat penampungan ikannya. Ukuran rata-rata armada kapal ikan termasuk kecil dengan kapasitas muat rata-rata 3 ton dengan panjang dikisaran 12 m s/d 17 m. Fungsi kapal kebanyakan sebagai feeder (pengangkut ikan) dari sentra penangkapan ikan ke pelelangan ikan yang ada didarat dengan jarak pelayaran 4 – 6 jam perhari

Dalam pengoperasian kapal ikan nelayan, para nelayan mengatur muatannya berdasarkan kondisi pada saat menaikannya muatan dan kondisi ruang muat. Dalam kondisi full, tidak memerlukan pengaturan khusus karena semua ruang muat diisi muatan, tetapi dalam hal kapal dimuati  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  dibutuhkan pengaturan khusus. Biasanya apabila muatan  $\frac{1}{4}$  muatan dominan diisi dibagian depan area ruang muat, pada kondisi muatan  $\frac{1}{2}$  muatan akan terbagi merata di seluruh area ruang muat dan pada kondisi muatan  $\frac{3}{4}$  muatan kembali diisi dengan dominan peletakan muatan dibagian depan area ruang muat. Karena terjadi penambahan muatan, maka otomatis terjadi perubahan pada sarat kapal, oleh karena distribusi muatan hanya berada pada ruang muat yang berada di bagian 0,98 m sebelum tengah kapal dan



setelah tengah kapal.

jadi perubahan trim dalam setiap kondisi pemuatan, dikarenakan kapasitas yang kecil sehingga perubahan muatan sedikit saja akan mempengaruhi

kondisi trim kapal. Ada setidaknya 4 kondisi pemuatan yaitu kondisi pemuatan 25%, kondisi pemuatan 50%, kondisi pemuatan 75% dan kondisi pemuatan 100% atau penuh. Perubahan trim ini selanjutnya akan mempengaruhi daya dorong propeller mengingat hal ini menyebabkan perubahan arah sudut dorong propeller terhadap permukaan air.

Sudut kemiringan poros atau trim poros adalah faktor yang memengaruhi kecepatan kapal nelayan. Yang dimaksud dalam hal ini adalah sudut yang terbentuk antara poros kapal dan garis datar lunas kapal, yang dapat diubah oleh nelayan sesuai dengan kebutuhan operasional. Untuk berbagai alasan, seperti meningkatkan stabilitas kapal, meningkatkan kendali, atau mengurangi tahanan kapal dalam air, sudut kemiringan poros propeller dapat disesuaikan. Dan penting untuk diingat bahwa sudut kemiringan poros propeller kapal juga dapat memengaruhi kecepatan kapal.

Namun kapal yang digunakan dibuat sangat sederhana atau secara tradisional berdasarkan pengalaman dari pembuatan-pembuatan kapal ikan sebelumnya. Minimnya pengetahuan mengenai aturan-aturan yang digunakan dalam perancangan kapal membuat desain kurang maksimal, terkhusus pada peletakan poros dimana terjadi kemiringan poros membentuk sudut sebesar  $3,5^\circ$  keatas secara vertikal dari lunas ke mesin. Hal ini juga tentu akan memberikan pengaruh terhadap efisiensi poros dan efisiensi propulsi hingga kecepatan kapal tersebut sehingga menambah kebutuhan dari bahan bakar kapal tersebut.



## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi trim kapal pada setiap perubahan kondisi muatan pada kapal nelayan?
2. Bagaimana perubahan tahanan kapal pada setiap kondisi perubahan trim kapal akibat perubahan kondisi pemuatan?
3. Berapa efisiensi propulsi pada masing-masing kondisi pemuatan kapal?
4. Berapa daya yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan maksimal pada setiap kondisi pemuatan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perubahan trim pada setiap perubahan kondisi pemuatan kapal nelayan.
2. Mengetahui perubahan tahanan kapal pada setiap kondisi trim akibat perubahan kondisi pemuatan.
3. Mengetahui efisiensi propulsi pada masing-masing kondisi pemuatan kapal.
4. Mengetahui daya mesin yang diperlukan oleh kapal dengan kondisi pemuatan maksimal.

## 1.4 Manfaat Penelitian

1. Membantu nelayan untuk mengatur dan menentukan kondisi pemuatan kapal yang optimal
2. Membantu nelayan dalam menghemat biaya operasional apabila diketahui kondisi pemuatan yang paling optimal bagi kapal mereka.

## 1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan

1. Membahas pengaruh trim pada lambung terhadap efisiensi propulsi.



## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Konsep Dasar Kapal Nelayan**

Kapal merupakan sebuah alat transportasi yang bergerak di air dengan jenis dan bentuk yang beragam. Tenaga angin dan tenaga mekanik memungkinkan kapal bergerak. Kapal perikanan adalah perahu, kapal, atau alat terapung lainnya yang digunakan dalam operasi penangkapan ikan. Di sisi lain, kapal dapat didefinisikan sebagai kendaraan yang diam yang bergerak baik di atas air maupun di bawah permukaan air. Karena sebagian besar digunakan untuk penangkapan ikan, selain memenuhi persyaratan umum sebagai kapal seperti kapal barang dan kapal penumpang, juga harus memenuhi karakteristik khusus kapal perikanan (Bradley Axelius et al., 2022).

Kecepatan, olah gerak dan mesin, ketahanan, jarak pelayaran, konstruksi, mesin utama, fasilitas pengawetan dan pengolahan, dan peralatan pengoperasian alat tangkap adalah ciri khas kapal perikanan. Konstruksi dan faktor kecepatan tergantung pada jenis kapal. Misalnya, kapal yang dioperasikan di danau, sungai, atau di pantai harus dibuat dari kayu, tetapi kapal yang dioperasikan di lepas pantai harus dibuat dari baja. Demikian pula, faktor kecepatan tidak diperlukan untuk kapal yang menggunakan alat tangkap pasif. Sebaliknya, kapal yang menggunakan alat tangkap pasif memerlukan kecepatan yang lebih rendah (Bradley Axelius et al., 2022).

#### **2.1.1 Definisi Kapal Nelayan**

Kapal nelayan atau kapal ikan memiliki beberapa pengertian serta batasan (Ari Wibawa, 2012) antara lain sebagai berikut:

- a. Kapal perikanan adalah kapal perahu atau alat apung lainnya yang digunakan untuk penangkapan ikan, pendukung operasi penangkapan ikan, budidaya ikan, pengangkut ikan pengolah, pelatihan perikanan, dan penelitian dan eksplorasi perikanan.



- b. Kapal penangkap ikan adalah kapal yang dirancang khusus untuk menangkap ikan, seperti menampung, menyimpan, mendinginkan, atau mengawetkan ikan.
- c. Satuan armada penangkapan ikan adalah kelompok kapal perikanan yang digunakan untuk menangkap ikan pelagis yang bermigrasi. Armada ini dioperasikan dalam satu sistem operasi penangkapan atau dalam satu keatuan manajemen usaha, yang terdiri dari kapal penangkap ikan, kapal pembantu penangkap ikan, dan kapal pengangkut ikan, atau kelompok kapal pengangkut ikan dalam manajemen operasi penangkapan.



Gambar 2. 1 Kapal Nelayan

### 2.1.2 Karakteristik Bentuk Badan Kapal



Untuk melihat bentuk badan kapal dapat dilihat pada nilai rasio perbandingan antara kapal dan nilai dari bentuk kurva hidrostatik kapal, kedua nilai ini cakupan masing-masing (Ari Wibawa, 2012), antara lain sebagai berikut:

a. Rasio ukuran utama kapal

1. Rasio Panjang dan Lebar

Panjang kapal ( $L$ ), terutama mempunyai pengaruh pada kecepatan kapal. Perbandingan  $L/B$  yang besar terutama sesuai untuk kapal dengan kecepatan tinggi dan mempunyai perbandingan ruang yang baik akan tetapi mengurangi kemampuan olahgerak kapal dan mengurangi pula stabilitas yang baik, akan tetapi dapat juga menambah tahanan kapal. Sejak tahun 1975, untuk kapal dengan panjang, diatas 130 meter kebanyakan dibangun dengan rasio  $L/B$  sebesar 6,5. Untuk kapal dengan panjang dibawah 30 meter, contohnya kapal ikan, sering memakai rasio  $L/B$  sebesar 4. Maka kapal dengan ukuran panjang antara 30 sampai 130 meter dapat mengikuti rumus interpolasi linier antara nilai rasio  $L/B$  dan 6,5

2. Rasio Lebar dan Tinggi

Tinggi dek ( $H$ ), terutama mempunyai pengaruh pada tinggi titik berat kapal ( $KG$ ) dan juga pada kekuatan kapal serta ruangan dalam kapal. Perbandingan nilai  $B/H$  untuk kapal besar adalah 1,5 dengan kondisi stabilitas sedang, dan nilai rasio 1,8 untuk kapal kecil dengan kondisi stabilitas yang baik.

3. Rasio Tinggi dan Sarat

Perbandingan  $H/T$ , terutama berhubungan dengan reserve displacement atau daya apung cadangan. Harga  $H/T$  yang besar dapat dijumpai pada kapal penumpang.

4. Rasio Panjang dan Tinggi

Perbandingan  $L/H$  terutama mempunyai pengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal. Untuk harga  $L/H$  yang besar akan mengurangi kekuatan memanjang kapal, sebaliknya untuk harga  $L/H$  yang kecil akan menambah kekuatan memanjang kapal. Dapat ditarik kesimpulan bahwa daerah yang mempunyai gelombang besar atau pengaruh dari luar lainnya sebuah kapal mempunyai persyaratan harga perbandingan  $L/H$  yang lebih kecil.



## 5. Rasio Lebar dan Sarat

Lebar kapal ( $B$ ), terutama mempunyai pengaruh pada tinggi metasentra melintang. Kapal dengan displasement yang sama, yang mempunyai nilai  $B$  besar akan memiliki tinggi metasentra ( $KM$ ) yang lebih besar. Perbandingan  $B/T$ , terutama mempunyai pengaruh pada stabilitas kapal, sebaliknya harga  $B/T$  yang rendah akan mengurangi stabilitas kapal.

### b. Hidrostatik Karakteristik

Kurva hidrostatik adalah kurva yang menggambarkan dari sebuah kapal mengenai sifat-sifat karakteristik badan kapal. Komponen-komponen yang terdapat pada lengkung hidrostatik adalah:

1. Lengkung Luas Garis ( $AW$ ) menunjukkan luas bidang garis air dalam meter persegi tiap bidang garis air yang sejajar dengan bidang dasar. Dalam hal ini kita mengenal 3 macam kemungkinan bentuk lengkung luas garis air,
2. Lengkung luas permukaan basah ( $WSA$ ) adalah lengkung luas permukaan basah yang menunjukkan luas permukaan badan kapal yang tercelup untuk tiap-tiap sarat kapal.
3. Lengkung letak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal ( $OF$ ) adalah lengkung yang menunjukkan jarak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal untuk tiap sarat kapal.
4. Lengkung letak titik tekan garis air terhadap penampang tengah kapal ( $OB$ ) adalah lengkung yang menunjukkan jarak titik tekan garis air terhadap penampang tengah kapal untuk tiap sarat kapal.
5. Lengkung letak titik tekan garis air terhadap keel ( $KB$ ) adalah lengkung yang menunjukkan jarak titik tekan ke bagian bawah plat alas untuk tiap-tiap sarat kapal.
6. Lengkung momen inersia melintang garis air ( $I$ ) adalah lengkung yang menunjukkan besarnya momen inersia melintang garis air pada tiap sarat kapal.



7. Lengkung momen inersia memanjang garis air (IL) adalah lengkung yang menunjukkan besarnya momen inersia memanjang garis air pada tiap sarat kapal.
8. Lengkung letak metasentra melintang (KM) adalah lengkung yang menunjukkan letak metasentra melintang  $M$  terhadap keel untuk tiap sarat kapal.
9. Lengkung letak metasentra memanjang (KML) adalah lengkung yang menunjukkan letak metasentra memanjang terhadap keel untuk tiap sarat kapal.
10. Lengan koefisien garis air ( $C_w$ ) adalah hasil pembagian antara luas garis air yang didapat dari lengkung luas garis air dengan  $LB$ .
11. Lengkung koefisien blok ( $C_b$ ) hasil pembagian volume karena yang didapat dengan  $L, B, T$ .
12. Lengkung koefisien gading besar ( $C_m$ ) adalah hasil pembagian luas gading besar dengan  $B, T$ .
13. Lengkung koefisien prismatic mendatar ( $C_p$ ) adalah hasil pembagian antara  $C_b$  dan  $C_m$ .
14. Lengkung ton per 1 centimetre (TPC) adalah jumlah ton yang diperlukan untuk melakukan perubahan sarat kapal sebesar 1cm didalam air laut.
15. Lengkung perubahan displacement karena kapal mengalami trim buritan sebesar 1cm (DDT) yaitu jumlah displacement yang diperlukan karena kapal mengalami trim buritan sebesar 1cm.
16. Lengkung momen untuk mengubah trim 1 centimeter (MTC) adalah lengkung yang menunjukkan berapa besarnya momen untuk mengubah kedudukan kapal dengan trim sebesar 1 cm pada berbagai macam sarat.

### 2.1.3 Tahanan Kapal



Tahanan kapal pada kecepatan tertentu adalah gaya fluida yang bekerja pada lambung kapal yang dapat bergerak melawan arah gerakannya. Bentuk lambung kapal, kecepatan operasi, dan displacement mempengaruhi tahanan kapal ini. Kecepatan operasi

kapal menurun sebagai akibat dari tahanan ini. Kapal membutuhkan daya dorong tertentu untuk melewati air laut dengan kecepatan tertentu untuk memenuhi kebutuhan operasinya (Ari Wibawa, 2012). Daya dorong ini digunakan untuk menghadapi hambatan seperti badan kapal tercelup di air, hambatan gelombang, dan hambatan angin yang mengenai badan kapal di atas permukaan air laut. Hambatan-hambatan tersebut merupakan bagian dari pertahanan kapal yang bergerak sejajar dengan sumbunya (Ari Wibawa, 2012).

Menurut *International Towing Tank Conference (ITTC) 1957* komponen yang bekerja pada kapal diuraikan secara singkat yaitu:

1. Tahanan Gesek (*Friction Resistance, R<sub>f</sub>*)

Tahanan gesek adalah komponen tahanan yang diperoleh dengan jalan mengintegrasikan tegangan tangensial keseluruhan permukaan basah kapal menurut arah gerakan kapal. Tahanan gesek terjadi akibat gesekan permukaan basah kapal dengan media yang dilaluinya, oleh karena semua fluida mempunyai viskositas, dan inilah yang menimbulkan gesekan tersebut.

2. Tahanan Sisa (*Residual Resistance, R<sub>r</sub>*)

Tahanan sisa adalah kuantitas yang merupakan hasil pengurangan dari tahanan total badan kapal, suatu tahanan gesek yang merupakan hasil perhitungan yang diperoleh dengan memakai rumus khusus. Secara umum, bagian terbesar dari tahanan sisa pada kapal niaga adalah tahanan gelombang (*Wavemaking resistance*).

3. Tahanan Viskos (*Viskos Resistance, R<sub>v</sub>*)

Tahanan viskos adalah komponen tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan akibat pengaruh viskos/kekentalan.

4. Tahanan Tekanan (*pressure Resistance, R<sub>p</sub>*)

Tahanan tekanan adalah komponen tahanan yang diperoleh dengan jalan mengintegrasikan tegangan normal keseluruhan permukaan kapal menurut arah gerakan kapal.

ahanan Tekanan Viskos (*Viskos Pressure Resistance, R<sub>pv</sub>*)

ahanan tekanan viskos adalah komponen tahanan yang diperoleh dengan lan mengintegrasikan komponen tegangan normal akibat viskositas dan



turbulensi. Kuantitas ini tidak dapat diukur langsung, kecuali untuk benda yang terbenam seluruhnya; dalam hal ini sama dengan tahanan tekanan

6. Tahanan Gelombang (*Wavemaking Resistance*)

Tahanan gelombang adalah komponen tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan untuk menimbulkan gelombang gravitasi.

7. Tahanan Pola Gelombang (*Wave Pattern Resistance, Rwp*)

8. Tahanan Pola Gelombang adalah komponen tahanan yang disimpulkan dari hasil pengukuran elevasi gelombang yang jauh dari model kapal; dalam hal ini medan kecepatan bawah permukaan (*subsurface velocity field*), yang berarti momentum fluida, dianggap dapat dikaitkan dengan pola gelombang dengan memakai teori linier. Tahanan yang disimpulkan demikian itu tidak termasuk tahanan pemecahan gelombang (*wave breaking resistance*).

9. Tahanan Pemecehan Gelombang, RWB (*Wave Breaking Resistance*)

Tahanan Pemecehan Gelombang adalah komponen tahanan yang terkait dengan pemecahan gelombang yang berada di buritan kapal.

10. Tahanan Semprotan, RS (*Spray Resistance*)

Tahanan semprotan adalah komponen tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan untuk menimbulkan semprotan. Sebagai tahanan atas komponen tahanan, diberikan beberapa Tahanan Tambahan (*Added Resistance*), RA perlu diuraikan disini :

a. Tahanan Anggota Badan (*Appendage Resistance*)

Tahanan anggota badan adalah tahanan dari boss poros, penyangga poros (*shaft bracket*) dan poros, lunas bilga dan sebagainya. Dalam memakai model fisik, model tersebut umumnya dilengkapi dengan anggota badan seperti itu disertakan dalam pengukuran tahanan. Umumnya lunas bilga tidak dipasang. Jika tanpa anggota badan maka tahanannya disebut tahanan polos (*bare resistance*).

b. Tahanan Kekasaran (*Intermental Resist Resistance*)

Tahanan kekasaran adalah tahanan akibat kekasaran permukaan badan kapal misalnya akibat korosi dan *fouling* (pengotoran) pada badan kapal.



c. Tahanan Udara (*Air Resistance*)

Tahanan udara adalah tahanan yang dialami bagian atas permukaan air serta bangunan atas (*superstructure*) karena gerakan kapal yang menyusuri udara.

d. Tahanan Daun Kemudi (*Steering Resistance*)

Tahanan daun kemudi adalah tahanan akibat gerakan daun kemudi. Gerakan daun kemudi ditujukan untuk kelurusan lintasan maupun menufer kapal.

## 2.2 Propeller

Salah satu jenis tenaga pendorong kapal adalah propeller. Propeller jenis *screw* propeller adalah yang paling banyak digunakan dalam perangkat propulsi laut, dengan efisiensi mencapai 75 persen. Namun, geometri dan dimensi utama propeller sangat memengaruhi kinerja kapal. *Screw* propeller biasanya terdiri dari dua atau lebih daun atau sirip propeller yang terpasang pada hub atau boss.

### 2.2.1 Jenis-Jenis Propeller

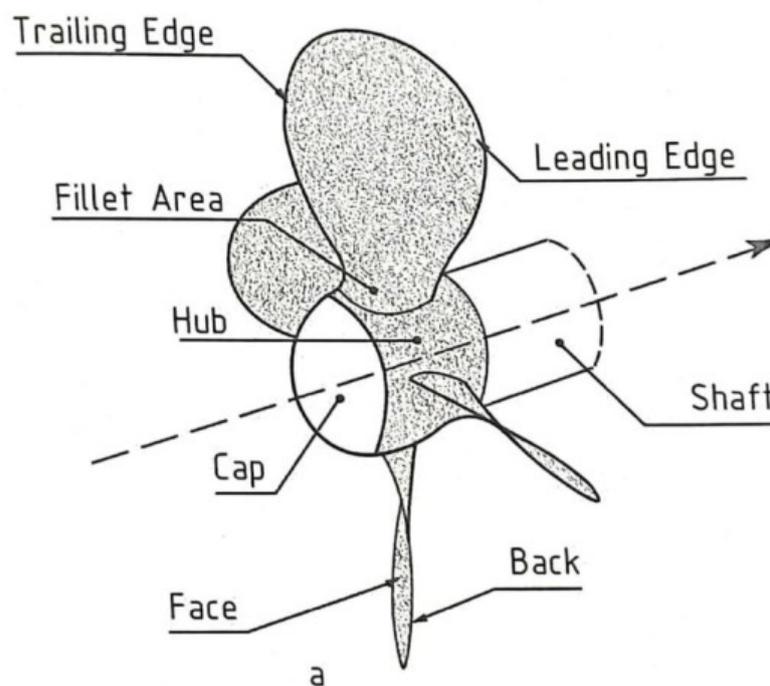
1. Propeller dengan pitch yang tetap, atau *fixed pitch (FPP)*, memiliki daun propeller menyatu dengan hub atau boss.
2. Propeller dengan pitch yang dapat diubah (*CPP*) adalah propeller dengan daun yang dapat terpisah dari hub atau boss. Baling-baling jenis ini biasanya digunakan pada kapal yang menggunakan poros dengan rpm konstan. Propeller jenis ini sangat baik digunakan dalam kondisi kapal manuver dan bergerak mundur karena hanya perlu mengubah putaran atau arah pitch propeller dalam kondisi konstan. Ini pasti akan mengurangi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk mengubah sudut pandang kapal. Namun, perlu diingat bahwa CPP hanya memiliki satu desain pitch, dan mengubah posisi pitch akan menyebabkan propeller kurang efisien.
3. Propeller ducted memiliki saluran selubung. Saluran selubung membuat liran di sekitar propeller lebih seragam, sehingga lebih efisien saat ropeller mengalami beban dorong yang tinggi.



4. *Thruster* adalah baling-baling dengan poros vertikal yang memungkinkan daya dorong dari arah yang diinginkan. Sudut drive thruster lebih rumit dibandingkan poros propeller biasa, jadi harganya lebih tinggi. Karena diameter hub yang lebih besar, efisiensi propeller yang dihasilkan juga menurun.
5. Propeller, juga dikenal sebagai kontra rotasi, yang dipasang secara berlawanan pada satu poros pendorong. Dengan menempatkan propeller pertama (depan) di dekat poros pendorong, propeller kedua (belakang) dapat memperbaiki rotasi slipstream yang disebabkan oleh propeller pertama (depan).

### 2.2.2 Komponen-komponen propeller

Penggambaran dan perencanaan propeller memerlukan pertimbangan detail bentuk dan ukurannya. Propeller terdiri dari beberapa bagian, seperti gambar berikut:



Gambar 2. 2 Komponen propeller



komponen baling baling sebagai berikut

*propeller Blade* atau blade baling-baling ditempelkan pada hub, dan hub dipasang pada sebuah ujung poros baling-baling. Baling-baling berputar pada

garis tengah poros. Arah rotasi (maju normal) bisa dilihat dari belakang berputar searah jarum jam.

2. *Blade Surface* atau permukaan blade dalam hal ini dikenal dua bagian, permukaan bagian belakang (*back*) didefinisikan sebagai permukaan blade berada dimana arah poros itu datang. Sedangkan permukaan yang lainnya disebut permukaan blade bagian depan (*face*), ketika kapal bergerak maju, masuknya aliran air melalui bagian belakang baling-baling.
3. *Blade edge* atau pinggir blade dalam hal ini dikenal dengan dua bagian, pinggir blade depan disebut *leading edge (nose)* dan edge bagian belakang disebut *trailing edge (tail)*. Sedangkan pertemuan kedua pinggir blade disebut *blade tip*.
4. *Propeller hub* umumnya berputar simetris karena jangan sampai mengganggu aliran air bekerja. Blade baling-baling ditempelkan ke hub pada daerah fillet atau akar blade selanjutnya penutup hub disebut cap.

### 2.2.3 Sistem Propulsi

Sistem propulsi kapal berfungsi untuk menggerakkan kapal pada kecepatan tertentu. Secara umum, sistem propulsi terdiri dari tiga bagian utama: penggerak utama (main engine), sistem transmisi, dan alat penggerak (propeller). Tipe, ukuran, kecepatan, model lambung, dan buritan kapal membentuk perancangan ketiga bagian ini. Oleh karena itu, kapal, mesin penggerak, dan baling-baling harus dianggap sebagai satu sistem yang utuh dengan kombinasi yang optimal. (Muhammad et al., 2016)

Untuk membahas sistem propulsi kapal, penting untuk memahami definisi dasar tentang beberapa parameter penting yang terhubung antara kapal, mesin, dan propeller. Berikut ini adalah beberapa definisi penting yang berkaitan dengan masalah daya yang ada pada kapal:

- a. Daya yang diperlukan (daya efektif) untuk menggerakkan kapal sebesar  $V_s$  (m/detik) adalah

$$PE = R * VS \quad (2.1)$$

Dimana, R adalah tahanan total kapal,

Propeller akan menyalurkan daya dorong (*Thrust Power-TP*) sebesar

$$PT = T * VA \quad (2.2)$$



Dimana,  $T$  adalah gaya dorong propeller dan  $V_A$  adalah kecepatan air yang masuk ke piringan propeller (*propeller disc*) yang biasa disebut dengan *advance velocity*.

- c. Daya yang disalurkan ke propeller sebesar  $PD$  yang didefinisikan sebagai
- $$PD = 2\pi Qn \quad (2.3)$$

Dimana  $Q$  adalah torsi (gaya punter) propeller dan  $n$  adalah laju kisaran atau putaran propeller.

- d. Daya yang disalurkan oleh mesin penggerak terhadap sistem poros (daya poros-  $PS$ ) adalah sebesar

$$V_s = 2\pi Mn \quad (2.4)$$

Dimana  $M$  adalah torsi dari mesin penggerak yang disalurkan ke poros.

- e. Untuk motor bakar dalam, daya motor diidentifikasi sebagai  $PB$  (daya rem = brake power).  $PB$  diukur pada kopling crank shaft mesin dan ini merupakan hasil shop test dan dihitung berdasar formula:

$$PB = 2\pi Qn \text{ kW} \quad (2.5)$$

Dimana  $Q$  adalah brake torque (kNm) dan  $n$  adalah putaran per detik

### 2.2.4 Efisiensi Propulsi

Efisiensi propulsi ( $PC$ ) secara keseluruhan (*overall propulsive efficiency*) merupakan pengembangan dari *power efektif* ( $PE$ ) yang dibagi dengan power poros (*shaft power, PS*) (Mohd Ridwan et al, 2008). Untuk menghitung efisiensi propulsi kapal, Anda perlu mempertimbangkan sejumlah faktor yang terkait dengan operasi kapal. Efisiensi propulsi kapal mengukur seberapa baik kapal mengubah energi yang diberikan oleh sistem propulsi menjadi daya dorong yang digunakan untuk menggerakkan kapal. Parameter perhitungan Efisiensi Propulsi antara lain sebagai berikut:

#### 1. Parameter Efisiensi Badan Kapal (*Hull Eficiency*)

Parameter efisiensi badan kapal ini merupakan perbandingan antara tenaga efektif (*effective towing power, PE = RT x V*) dan power daya dorong propeller terhadap air (*thrust power, PT = T x Va*) :

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w} \quad (2.6)$$



Biasanya untuk kapal dengan single propeller memiliki efisiensi badan kapal KH antara 1,1 s/d 1,4, dengan blok koefisien,  $C_b$  yang besar. Untuk kapal dengan dua propeller dan bentuk buritan konvensional nilai parameter efisiensi badan kapalnya berkisar antara 0,95 s/d 1,05 nilai tertinggi untuk koefisien blok yang besar. Untuk *twin-skeg* kapal-dua propeller nilai parameter efisiensi badan kapal hampir sama dengan kapal single propeller.

## 2. Parameter Propeller pada air terbuka (*Open Water Prop efficiency*)

Propeller yang bekerja dalam air terbuka (bukan di belakang kapal) memperoleh wake yang homogen (tanpa turbulen, gelombang, dll). Sehingga parameter efisiensi propeller tergantung pada *Advance velocity*  $V_a$ , *Thrust force*  $T$ , Laju putaran  $n$ , dan diameter propeller  $d$ , serta bentuk design propeller, jumlah daun, perbandingan luasan daun propeller, perbandingan pitch dengan diameter propeller. Biasanya parameter efisiensi propeller  $\eta_o$  ini bervariasi antara 0,35 s/d 0,75, gambar di bawah ini, memperlihatkan hubungan antara efisiensi propeller  $\eta_o$  fungsi dari *advance velocity*  $V_a$  yang didefinisikan sebagai berikut :

$$J = \frac{V_a}{n \times d} \quad (2.7)$$

## 3. Parameter Rrelativ Rotativ (*Relative Rotative Efficiency*)

Laju aliran air yang melewati propeller apabila berada di belakang kapal tidak konstan tetapi alirannya berotasi/memutar (*rotational flow*), oleh karena itu jika dibandingkan dengan propeller yang bekerja pada air terbuka maka efisiensi propellernya dipengaruhi oleh faktor  $\eta_R$ , (yang dikenal dengan *relative rotative efficiency*). Kapal dengan single propeller harga  $\eta_R$  berada antara 1,0 s/d 1,07. Hal ini menandai bahwa  $\eta_R$  memberi pengaruh yang menguntungkan. Untuk kapal yang memiliki dua popeller namun dengan bentuk buritan konvensional maka harga  $\eta_R$  berkisar 0,98.

## 4. Parameter Propeller di Belakang Kapal

Perbandingan daya dorong yang diberikan propeller ke air  $P_T$ , dengan tenaga yang ada di propeller  $P_D$ , merupakan efisiensi propeller yang bekerja di belakang kapal.



$$\eta_B = \frac{P_T}{P_D} \quad (2.8)$$

#### 5. Parameter Efisiensi Propulsi (*Propulsive Efficiency*)

Parameter propulsi efisiensi merupakan perbandingan antara efektif power  $P_E$  dengan power yang ada pada propeller  $P_D$ :

$$\eta_D = \frac{P_E}{P_D} \quad (2.9)$$

#### 6. Parameter Efisiensi Poros (Shaft Efficiency)

Shaft efficiency ini tergantung pada kelurusan poros, dan pelumasan pada bantalan poros dan reduction gear box. Parameter efisiensi ini sama dengan perbandingan  $P_D$  dan power brake  $P_B$  yang keluar dari main engine.

$$\eta_S = \frac{P_D}{P_B} \quad (2.10)$$

#### 7. Parameter Efisiensi Total (Total Efficiency)

Efisiensi total ini merupakan perbandingan power efektif  $P_E$  dengan power brake  $P_B$ .

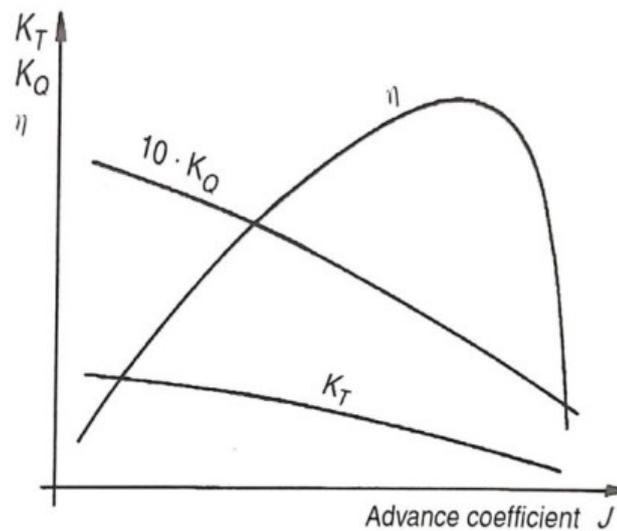
$$\eta_T = \frac{P_E}{P_B} \quad (2.11)$$

### 2.2.4 Engine Propeller Matching

Untuk mendukung kinerja sistem propulsi kapal pada saat beroperasi, Engine Propeller Matching (EPM) adalah teknik yang digunakan untuk menentukan apakah karakteristik beban propeller dapat dipikul oleh motor penggerak utama untuk menjalankan kapal dengan kecepatan service pada rating service continous. Matching Point adalah titik operasi putaran motor penggerak kapal yang tepat dengan karakter beban baling-baling. Dengan kata lain, titik operasi putaran motor adalah ketika daya yang diserap oleh propeller sama dengan daya yang dihasilkan oleh engine, yang menghasilkan kecepatan kapal yang hampir sama dengan kecepatan servis kapal yang direncanakan.

Secara umum karakteristik propeller pada kondisi open water test adalah seperti yang dipresentasikan pada diagram KT, KQ, dan J sesuai dengan diagram er pada tipe propeller wegenigen B-series, seperti pada gambar berikut:





Gambar 2. 3 diagram open water test

Untuk menentukan nilai  $K_T$ ,  $K_Q$  dan  $\eta_o$ , jika nilai  $A_E / A_O$  tidak tersedia pada diagram wegenigen b-series, maka perlu dilakukan interpolasi ataupun ekstrapolasi untuk menentukan nilai dari koefisien-koefisien tersebut, adapun persamaan untuk melakukan interpolasi dan ekstrapolasi ialah sebagai berikut:

Interpolasi linear

$$y = y_1 + \frac{(x-x_1) \cdot (y_2-y_1)}{x_2-x_1} \quad (2.12)$$

Dimana,

$(x_1, y_1)$  dan  $(x_2, y_2)$  adalah dua data yang diketahui

$x$  adalah nilai yang diestimasi diantara rentang  $x_1$  dan  $x_2$

$y$  adalah nilai yang di perkirakan di  $x$

Ekstrapolasi Linear

$$y = y_1 + \frac{(x-x_1) \cdot (y_2-y_1)}{x_2-x_1} \quad (2.13)$$

Dimana,

$(x_1, y_1)$  dan  $(x_2, y_2)$  adalah dua data yang diketahui

$x$  adalah nilai yang diestimasi diluar rentang  $x_1$  dan  $x_2$

$y$  adalah nilai yang di perkirakan di  $x$

Dari gambar diagram open water test dapat diketahui setiap tipe dari masing baling-baling kapal memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Dari open water pada tipe propeller wegenigen B-series, nilai thrust dan nilai



torsi dan  $D_P$  (*power delivery*) dapat diketahui. Adapun persamaannya yaitu sebagai berikut:

$$T = K_T \times \rho \times n^2 \times D^4 \quad (2.14)$$

$$Q = K_Q \times \rho \times n^2 \times D^5 \quad (2.15)$$

$$P_D = 2\pi Qn \quad (2.16)$$

Dimana,

$T$  = Thrust

$Q$  = Torsi

$P_D$  = Power Delivery

$\rho$  = massa jenis fluida

$n$  = putaran propeller

$D$  = diameter propeller

$K_T$  = koefisien thrust

$K_Q$  = koefisien torsi

### 2.3 Sudut Kemiringan Poros

Pengoperasian kapal nelayan memiliki sistim penggerak baling-baling, poros baling-baling merupakan salah satu bagian dari sistim penggerak kapal yang digerakan oleh mesin dan berfungsi untuk meneruskan gaya dorong. Putaran mesin ditransmisikan ke baling-baling melalui poros dengan posisi kemiringan tertentu kemudian dengan kemiringan poros yang digunakan untuk menentukan besar kecilnya gaya dorong yang merupakan fungsi dari daya dorong dan kecepatan. Pada sistim ini apabila baling-baling pada sudut tertentu tercelup sebahagian, maka daya dorong yang dihasilkanpun tidak terlalu besar, sedangkan pada saat baling-baling tercelup secara penuh daya dorong dan kecepatanpun jadi berubah dan seterusnya sampai dengan sudut yang besar maka daya dorong dan kecepatan makin kecil karena kosinus arah yang terjadi (M. Nur Habib et al., 2021). Kemiringan poros juga mempengaruhi gaya dorong propeller kapal (thrust), adapun persamaan untuk menghitung pengaruh kemiringan poros terhadap thrust propeller adalah sebagai

$$= K_T \times \rho \times n^2 \times D^4 \times \cos\theta \quad (2.17)$$

