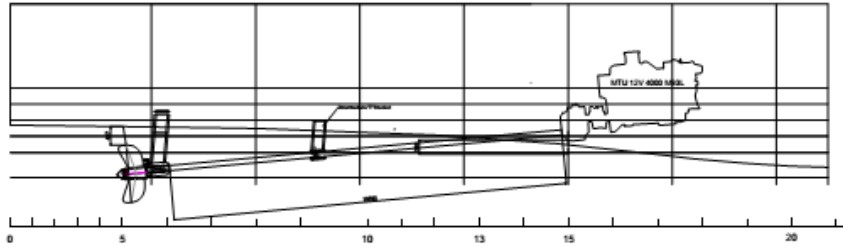
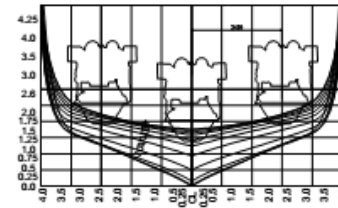
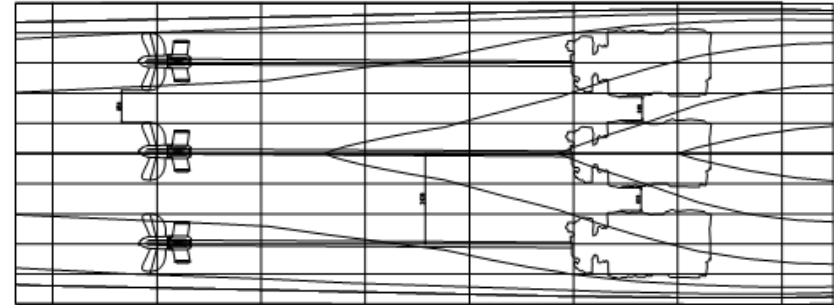
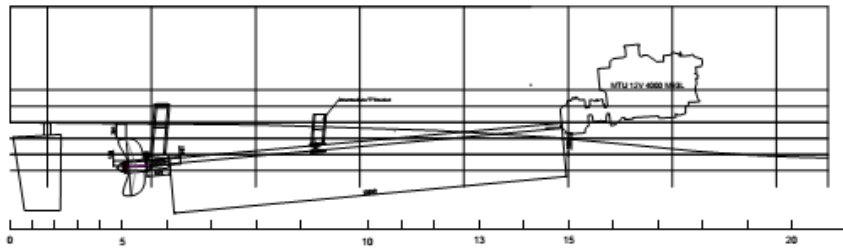


ENGINE POSITION CENTRE



ENGINE POSITION PS AND SB



PRINCIPAL DIMENSION	
Lpp	: 56 m
Lwl	: 57,03 m
Loa	: 60 m
B	: 8.1 m
H	: 4,85 m
T	: 2,6 m
Vs	: 28 knots
CB	: 0,39
TYPE	: FAST PATROL BOATS

FAST PATROL BOATS 60M			
Project Name	FAST PATROL BOATS 60M	Scale	1:100
Project No.		Author	
Project Date		Check	
LAY OUT ENGINE ROOM			

Principal Dimension

Lpp	:	56	m		
Lwl	:	57.03	m		
B	:	8.1	m		
H	:	4.85	m		
T	:	2.6	m		
Cb	:	0.39			
Cbwl	:	0.383			
Vs	:	28		Knot	
				=	14.40432 m/s

Tahanan Total dengan
Maxsurf metode Savitsky

Rt= 253.7 KN

Dalam hal ini tahanan total masih dalam pelayaran percobaan, untuk kondisi rata-rata pelayaran dinas harus diberikan kelonggaran tambahan pada tahanan dan daya efektif. Kelonggaran rata-rata untuk pelayaran dinas disebut sea margin/service margin. Untuk rute pelayaran Laut di daerah Asia Tenggara (perairan indonesia) sea marginnya adalah sebesar 10-15%

diambil sea margin 1+15% , maka

$$Rt \text{ dinas} = (1+15\%) \times Rt$$

$$= \text{291.755} \text{ kN}$$

PERHITUNGAN DAYA MOTOR PENGGERAK UTAMA

**MENGHITUNG
DAYA EFEKTIF**

1 KAPAL (EHP)

Daya Efektif atau EHP adalah daya yang diperlukan untuk menggerakkan kapal di air atau untuk menarik kapal dengan kecepatan v. Perhitungan daya efektif kapal (EHP) menurut buku *HARVARD, TAHANAN DAN PROPULSI KAPAL, 6.2.1 hal. 135* sebagai berikut :

$$EHP = Rtdinas \times Vs \quad (1 \text{ KW} = 1.34102 \text{ HP})$$

$$= \text{4202.53} \text{ kW}$$

$$= \text{5635.69} \text{ HP}$$

**MENGHITUNG
DAYA PADA
TABUNG POROS
BALING-BALING**

2 (DHP)

Adalah daya yang diserap oleh propeller dari sistem perporosan atau daya yang dihantarkan oleh sistem perporosan ke propeller untuk diubah menjadi daya dorong (thrust)

$$DHP = EHP/Pc$$

Dimana, Pc $\eta_H \times$

$$= \eta_{rr} \times \eta_o$$

a. Effisiensi lambung (η_H)

$$\eta_H = (1-t)/(1-w)$$

Menghitung Wake

–. *Friction (w)*

Wake friction atau arus ikut merupakan perbandingan antara kecepatan kapal dengan kecepatan air yang menuju ke propeller. Dengan menggunakan rumus yang diberikan oleh Taylor, maka didapat :

$$w = 0.5C_b - 0.05 \quad (\text{Resistance, Propulsion and Steering of Ships, Van Lammeren, hal178})$$
$$w = \boxed{0.145}$$

Menghitung Thrust

–. *Deduction Factor (t)*

nilai t dapat dicari dari nilai w yang telah diketahui yaitu

$$t = k.w \quad \text{nilai k antara 0.7-0.9 dan diambil nilai k= 0.9}$$
$$t = \boxed{0.131} \quad (\text{Principal of Naval Architecture hal 158})$$

$$\text{maka, } \eta_H = \frac{(1-t)}{(1-w)} \quad (\text{Tahanan dan Propulsi Kapal, hal136})$$
$$= \boxed{1.017}$$

b. Efisiensi Relatif Rotatif (η_{rr})

Harga η_{rr} untuk kapal dengan propeller tipe twin screw berkisar 0,99 pada perencanaan propeller dan tabung poros propeller ini diambil harga

$$\eta_{rr} = \boxed{0.99}$$

c. Efisiensi Propulsi

(η_o)

adalah open water efficiency yaitu efficiency dari propeller pada saat dilakukan open water test. nilainya antara 40-70%, dan diambil

$$\eta_o = \boxed{60\%}$$

d. Coeffisien

Propulsif (P_c)

$$P_c = \eta_H \times \eta_{rr} \times \eta_o$$
$$= \boxed{0.6041}$$

maka, daya pada tabung poros baling-baling dihitung dari perbandingan antara daya efektif dengan koefisien propulsif, yaitu :

$$DHP = \frac{EHP}{P_c}$$
$$= \boxed{6956.986} \text{ kW}$$
$$= \boxed{9329.472} \text{ HP}$$
$$THP = \frac{EHP}{\eta_H}$$
$$= \boxed{4132.450} \text{ kW}$$
$$= \boxed{5541.706} \text{ HP}$$

**MENGHITUNG
DAYA PADA
POROS BALING-**

3 BALING (SHP)

Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah midship kapal mengalami losses sebesar 3%. ("Principal of Naval Architecture hal 131"). Pada perencanaan ini

$$\begin{aligned}
 \text{SHP} &= \text{DHP} / \eta_{\text{sb}} && \eta_{\text{sb}} \text{ Efisiensi shaft transmisi} && 0.98 \\
 &= \boxed{7098.966} \text{ kW} \\
 &= \boxed{9519.869} \text{ HP}
 \end{aligned}$$

**MENGHITUNG
DAYA
PENGGERAK
UTAMA YANG
4 DIPERLUKAN**

a. BHPscr

$$\begin{aligned}
 \text{BHPscr} &= \text{SHP} / \eta_G && \eta_G = 0.98 && \text{(menggunakan reduction gear)} \\
 &= \boxed{7243.843} \text{ kW} \\
 &= \boxed{9714.152} \text{ HP}
 \end{aligned}$$

b. BHPmcr

Daya keluaran pada kondisi maksimum dari motor induk, dimana besarnya 100%

Daya BHPscr diambil 100% untuk mesin MTU

$$\begin{aligned}
 \text{BHPmcr} &= \text{BHPscr} / 100\% \\
 &= \boxed{7243.843} \text{ kW} \\
 &= \boxed{9714.152} \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Propeller 3 engine

$$= \boxed{2414.61} \text{ KW}$$

Propeller 2 engine

$$= 3621.92 \text{ KW}$$

PERHITUNGAN DAN PEMILIHAN PROPELLER

Dimensi Utama Kapal

Lpp	:	56.00	meter	1 knot	= 0.51444 m/s
Lwl	:	57.03	meter		
B	:	8.10	meter		
H	:	4.85	meter		
T	:	2.60	meter		
Cb	:	0.39			
Cbwl	:	0.38			
Vs	:	28.00	knots		
		14.40	m/s		

$$1 \text{ m} = \frac{3.28083}{9895} \text{ Feet}$$

Perencanaan

Diameter Propeller (Db) =	1.33	m =	4.3471 1286	feet	(0.6- 0.7T)
Diameter Propeller maksimum (Dmax) =	1.8	m =	5.9711 2861	feet	(0.6- 0.7T)

Langkah Pengerjaan :

Untuk menjelaskan langkah pengerjaan/ pemilihan propeller dalam hal ini diambil perhitungan untuk propeller jenis B4-100 dan B5-105

- Dari perhitungan perkiraan daya mesin dengan mengasumsikan η propeller = 0.60 didapatkan hasil sebagai berikut**

BHP (MCR)	=	7243.84	kW		
w	=	0.145			
t	=	0.131			
T (thrust)	=	220.592	kN	>> RT / (1 - t)	
Va	=	(1 - w) Vs	>>>>>>>	23.94	knot
	=	12.32	m/s		
	=	12.32			

DAYA MESIN YANG DIGUNAKAN

MTU 12V 4000 M93

RPM 2100

	KW
BHP (MCR)	7243.84
SHP	7098.97
DHP	6956.99

Propeller 3engine	
	KW
BHP	2414.61
SHP	2366.32
DHP	2318.99
	5453

- Menghitung BP**

$$BP = \frac{N \times P^{0.5}}{Va^{2.5}}$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Hal 145)

dimana : $N = \text{putaran propeller} = \text{putaran mesin} / \text{rasio gearbox}$
 $P = \text{SHP mesin}$

Untuk penggunaan gearbox pembalik arah putaran mesin,
 Putaran Mesin = 2100
 Gearbox Ratio = 2.957
 Putaran Propeler = Putaran Mesin / Putaran Gear Box
 = 710.18 RPM
 = 11.84 RPS

sehingga didapatkan

$$BP = \frac{N \times P^{0.95}}{V a^{2.5}} = 12.196$$

$$0,1739 \cdot \sqrt{Bp} = 0.607$$

3 Memotongkan nilai 0,1739·√Bp dengan optimum line

Nilai yang diproyeksikan tergantung dari jenis diagram yang dipakai, dalam hal ini untuk memotongkan ke optimum line digunakan nilai Bp1

4 Mendapatkan nilai δo dan Do

dari hasil perpotongan BP dengan optimum line didapatkan nilai

$$\begin{aligned} 1/j &= 1.3 & 1/j &= 1.28 \\ \delta o &= 131.646 & \delta o &= 129.620 \end{aligned}$$

Diketahui bahwa

$$D_o = \frac{\delta_o \times V a}{N}$$

$$\begin{aligned} &= 4.438 \text{ feet} & B5-105 & 4.3695 \text{ feet} \\ &= 1.353 \text{ m} & & 1.3318 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk Do dengan British Unit Va = dalam knot ,N = rpm

Menghitung Db

5 Besarnya Db tergantung dari jumlah propeller yang dipakai

Untuk Single-Screw Propeller Db = 0.95 Do

Untuk Twin-Screw Propeller Db = 0.98 Do

Sehingga, untuk kapal ini yang menggunakan twin-screw propeller

$$\begin{aligned} Db &= 0.98 \times Do & & \\ &= Do & & \\ &= \boxed{4.348990906} \text{ feet} & B5-105 & 4.282083 \text{ feet} \\ &= \boxed{1.3256} \text{ m} & & 1.305179 \text{ m} \end{aligned}$$

catatan : dalam hal ini harus diperhitungkan/dipertimbangkan pula diameter maksimal propeller yang bisa dipasang

Koreksi Db	=	Db	<	Dmax	B5-105	
	=	1.326	<	1.820	1.305179	1.820
	=	terpenuhi			79	0

Terpenuhi

6 Mendapatkan nilai δ_b

$$\delta_b = \frac{D_b \times N}{V_a} \quad \text{B5-105}$$

$$= \quad 129.0126582 \quad >>>>>>> \quad \frac{127.027}{85}$$

$$1/j = \quad 1.274 \quad >>>>>>> \quad 1.2544$$

7 Memotongkan kembali nilai 1/j di diagram BP1

dari hasil perpotongan nilai BP yang baru dengan optimum line didapatkan :

$$P/Db = \quad 1.1 \quad >>>>> \quad \text{B5-105} \quad 1.15$$

$$\eta = \quad 0.65 \quad >>>>> \quad 0.655$$

8 Menghitung nilai A_o , A_d , dan A_e

Untuk menghitung besarnya A_o (Real Area of propeller) digunakan persamaan :

$$A_o = \frac{1}{4} \pi D_b^2 \quad = \quad 14.8608 \quad \text{ft}^2 \quad \text{B5-105}$$

$$14.4070 \quad \text{ft}^2$$

Dari grafik yang dipakai dapat kita ketahui nilai perbandingan A_o/A_e , untuk propeller B4-100 berarti perbandingan $A_o/A_e = 1$

Sehingga nilai A_e dapat diketahui :

$$A_e = 1 \times A_o \quad = \quad 14.8607815 \quad \text{ft}^2 \quad \text{B5-105}$$

$$14.4070 \quad 4 \quad \text{ft}^2$$

dalam hal ini nilai $A_e = A_d$

9 Menghitung A_p

$$A_p = (1.067 - 0.229 \times \frac{P}{D_b}) \times A_d \quad = \quad 12.11$$

$$= \quad 1.13 \quad \text{ft}^2$$

$$\text{B5-105} \quad 11.58$$

$$1.076$$

Perhitungan Kavitas Propeller

1. Pemeriksaan kavitas propeller

Perhitungan kavitas ini dilakukan untuk mengecek apakah propeller mengalami kavitas atau tidak . Perhitungan dilakukan dengan menggunakan diagram Burrill.

Input data:

B4-100			B5-105		
Ae/A0	=	1	Ae/A0	=	1
		710.1			710.1
n (rpm)	=	8 rpm	n (rpm)	=	8 rpm
		11.83			11.83
n (rps)	=	6 rps	n (rps)	=	6 rps
D	=	1.326 m	D	=	1.305 m
P/D	=	1.1	P/D	=	1.15
Z	=	4	Z	=	5
T	=	220.5	T	=	220.5
(thrust)	=	92 kN	(thrust)	=	92 kN
g	=	9.81 m/s	g	=	9.81 m/s
Va	=	12.32 m/s	Va	=	12.32 m/s
E	=	0.779 (0,045T+0.5 79 D)	E	=	0.769 (0,045T+0.5 6 D)
h _{gell} (m)	=	0.4 (0.75%Lpp)	h _{gell} (m)	=	0.42 (0.75%Lpp)
		2.240			2.250
h' (m)	=	2 [(T-E)+h _{gell}]	h' (m)	=	4 [(T-E)+h _{gell}]
T	=		T	=	
(sarat)	=	2.6 m	(sarat)	=	2.6 m
Lpp	=	56 m	Lpp	=	56 m

Perhitungan developed Area dengan rumus

B4-100

$$A_D = (Ae/Ao) 0.25 \pi D^2$$

$$= 1.379$$

B5-105

$$AD = (Ae/Ao) 0.25 \pi D^2$$

$$= 1.337$$

Perhitungan Project Area Ratio dengan rumus :

$$Ap/A_D$$

$$= 1.067 - 0.229 P/D$$

$$= 0.815$$

$$Ap/A_D$$

$$= 1.067 - 0.229 P/D$$

$$= 0.804$$

Perhitungan Projected Area dengan rumus :

$$Ap = \frac{Ap}{A_D} \cdot A_D \quad m^2$$

$$= 1.124 \quad m^2$$

$$Ap = \frac{Ap}{A_D} \cdot A_D \quad m^2$$

$$= 1.075 \quad m^2$$

Perhitungan Relative Velocity of Water at dengan rumus :

$$V_R = \sqrt{(Va)^2 + 0.7n \pi D^2}$$

$$= 14.05 \text{ m/s}$$

$$V_R = \sqrt{(Va)^2 + 0.7n \pi D^2}$$

$$= 14 \text{ m/s}$$

Perhitungan mean thrust loading in blade dengan rumus :

$$T_C = \frac{T/A\rho}{(0.5)\rho V_R^2}$$

$$= 4E-06$$

$$T_C = \frac{T/A\rho}{(0.5)\rho V_R^2}$$

$$= 4E-06$$

Perhitungan Local Cavitation Number at 0.7 radius dengan rumus :

$$\sigma_{0,7R} = \frac{1,882 + 19,62 h'}{Va^2 + 4,836 \times n^2 \times D^2}$$

$$= 0.03415$$

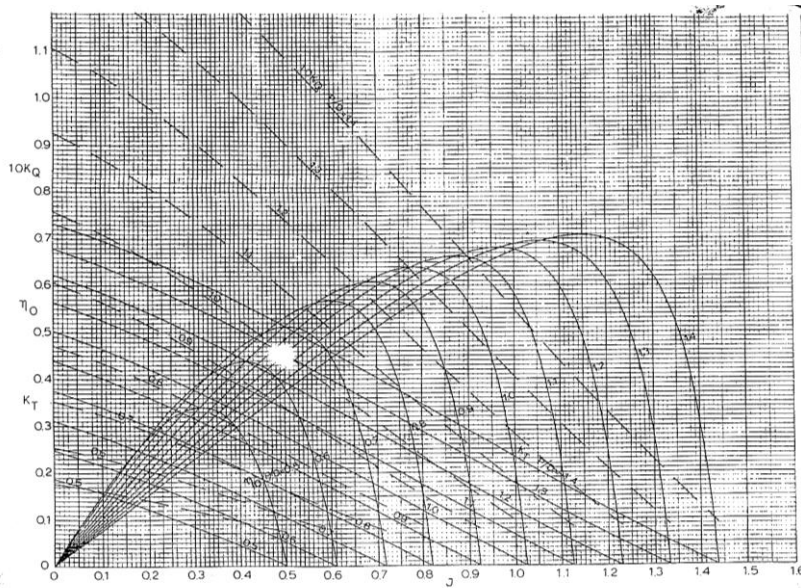
$$\sigma_{0,7R} = \frac{1,882 + 19,62 h'}{Va^2 + 4,836 \times n^2 \times D^2}$$

$$= 0.03525$$

Engine - Propeller Matching

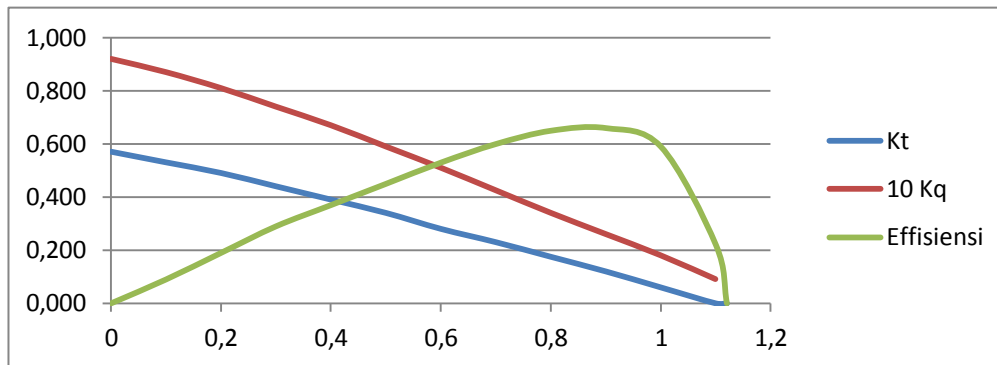
Menentukan nilai K_q , K_t , dan J pada K_q , K_t , J diagram open water
B4-100

J	K_t	10 K_q	Effisiensi
0	0.570	0.920	0
0.1	0.530	0.870	0.090
0.2	0.490	0.810	0.190
0.3	0.440	0.740	0.290
0.4	0.390	0.670	0.370
0.5	0.340	0.590	0.450
0.6	0.280	0.510	0.530
0.7	0.230	0.425	0.600
0.8	0.175	0.340	0.650
0.9	0.120	0.260	0.660
1	0.060	0.180	0.590
1.1	0	0.090	0.220
1.12	0		0



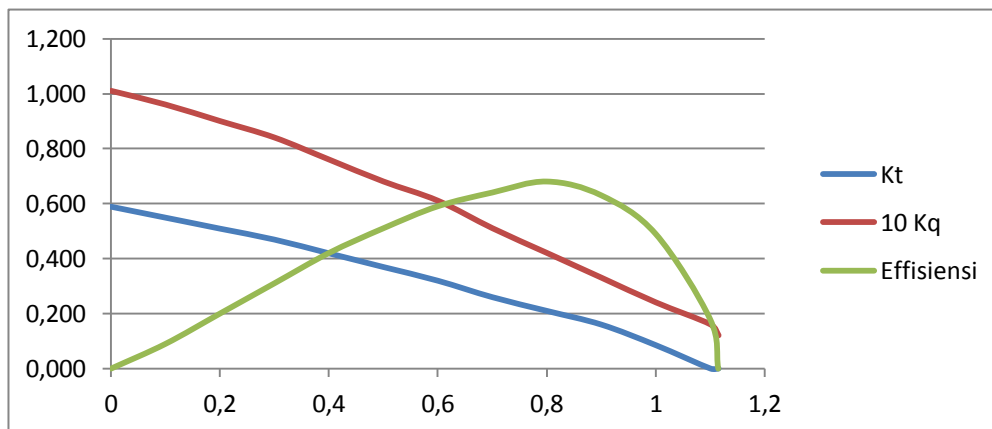
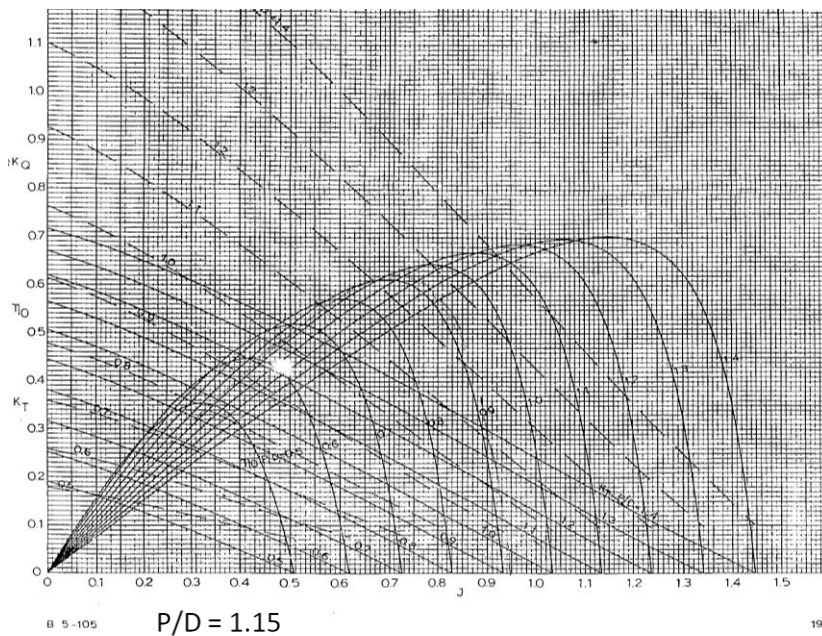
B 4-100 $P/D = 1.1$

1973



B5-105

J	Kt	10 Kq	Effisiensi
0	0.590	1.010	0
0.1	0.550	0.960	0.090
0.2	0.510	0.900	0.200
0.3	0.470	0.840	0.310
0.4	0.420	0.760	0.420
0.5	0.370	0.680	0.510
0.6	0.320	0.610	0.590
0.7	0.260	0.510	0.640
0.8	0.210	0.420	0.680
0.9	0.160	0.330	0.630
1	0.085	0.240	0.490
1.1	0	0.160	0.180
1.115	0	0	0



Data - data yang didapatkan dari perhitungan sebelumnya antara lain :

RT =	253.700 kN	Va =	12.316 m/s
Vs =	28.00 knot	ρ =	1025
	14.40 m/s	P/D =	1.1 B4-100

$w = 0.145$
 $t = 0.131$
 Db B4-100
 $= 4.349 \text{ ft}$
1.326 m
 Db B5-105
 $= 4.282 \text{ ft}$
1.305 m

1.15 B5-105

$J = 0.91 \text{ B4-100}$
 0.93 B5-105

Perhitungan - Perhitungan

Clean Hull Condition B4-100

$Rt = C_1 \times Vs^2$

sehingga nilai C1 adl : **1222.74**

$$C2 = \frac{C1}{(1-t)(1-w)^2 \rho D^2}$$

sehingga didapatkan C2 B4-100 sebesar :

1.068

dan C2 B5-105

1.102

$Kt = C_2 \times J^2$

Clean Hull Condition B5-105

$Rt = C_1 \times Vs^2$

sehingga nilai C1 adl : **1222.742**

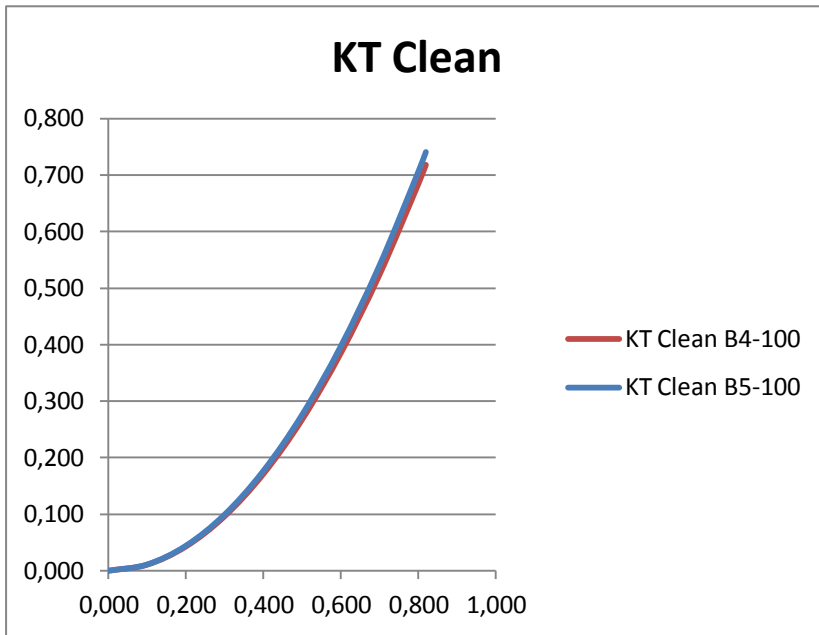
$C2 = \frac{C1}{(1-t)(1-w)^2 \rho D^2}$

B4-100

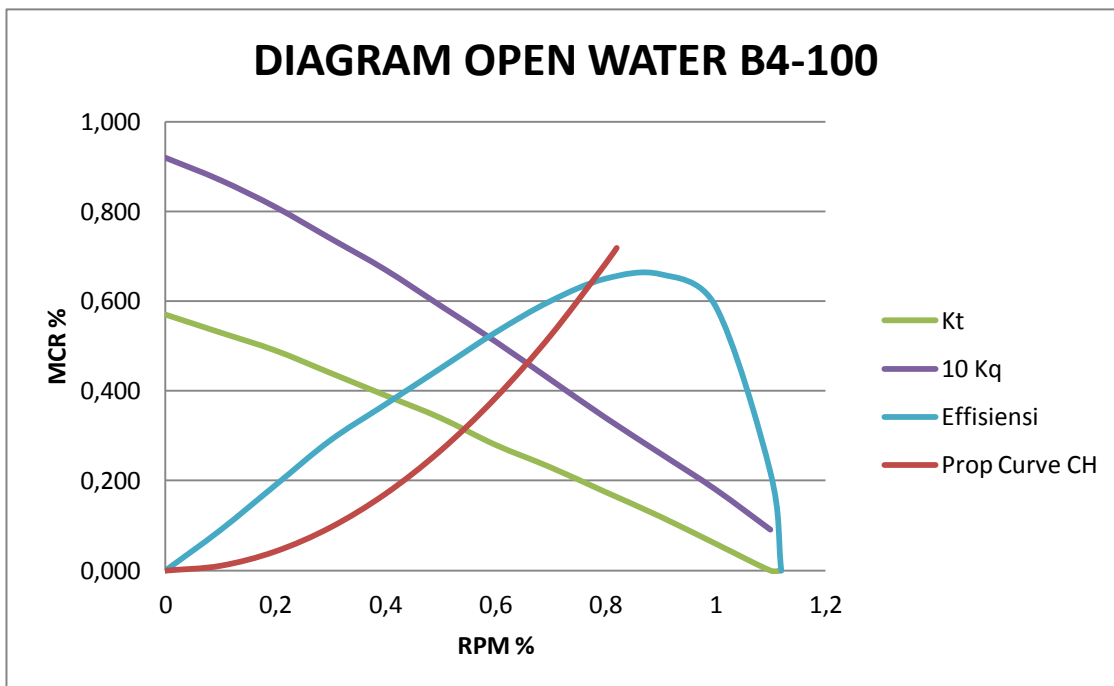
<i>Kondisi Ideal</i>		
<i>J</i>	<i>C2</i>	<i>Kt Clean</i>
0.000	0.090	0.000
0.100	0.090	0.001
0.200	0.090	0.004
0.300	0.090	0.008
0.400	0.090	0.014
0.500	0.090	0.023
0.600	0.090	0.032
0.700	0.090	0.044
0.800	0.090	0.058
0.820	0.090	0.061

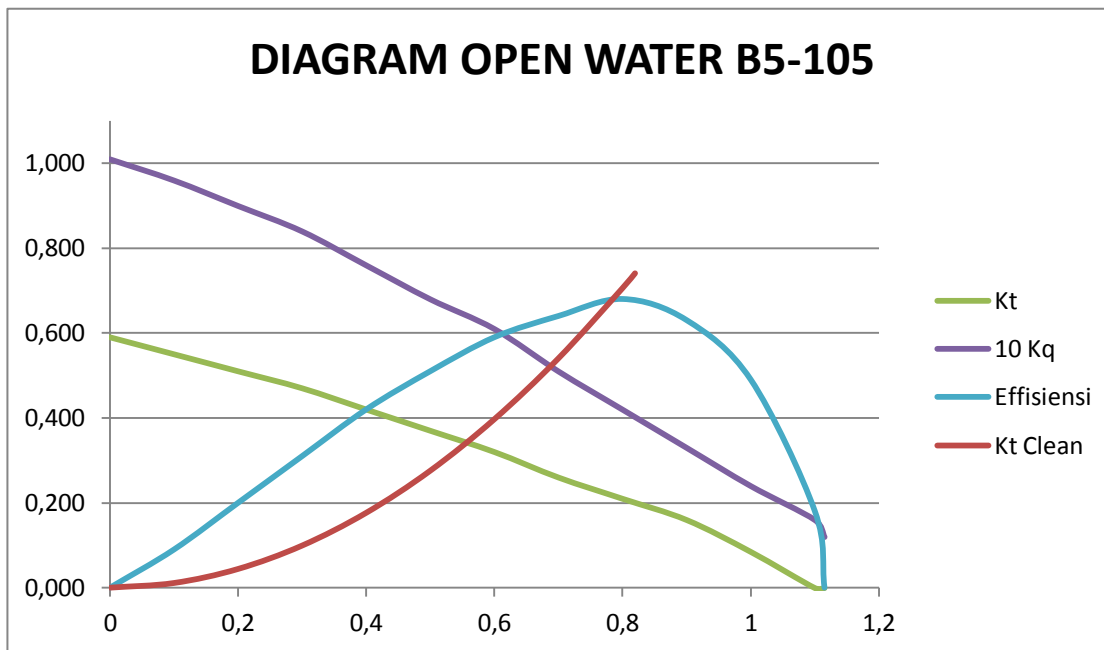
B5-105

<i>Kondisi Ideal</i>		
<i>J</i>	<i>C2</i>	<i>Kt Clean</i>
0.000	0.090	0.000
0.100	0.090	0.001
0.200	0.090	0.004
0.300	0.090	0.008
0.400	0.090	0.014
0.500	0.090	0.023
0.600	0.090	0.032
0.700	0.090	0.044
0.800	0.090	0.058
0.820	0.090	0.061



Nilai - Nilai yang diperlukan untuk menghitung propeller





Dari hasil perpotongan Kt pada kondisi open water dengan Kt hasil perhitungan (perpotongan kedua diagram) maka dapat ditentukan titik - titik operasi engine-propeller pada tabel sebagai berikut

	J	Kt	10Kq	Effisiensi
B4-100	0.560	0.310	0.570	0.500
B5-105	0.560	0.330	0.620	0.580

Karena Nilai efisiensi hasil perpotongan lebih besar dari nilai efisiensi minimum yang harus terpenuhi dalam perancangan propeller maka, dikatakan kondisi ini memenuhi syarat efisiensi

Besarnya torsi propeller

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

DHP (propeller)

$$DHP = 2\pi \times Q \times n$$

$$BHP = \frac{DHP}{\eta_s}$$

Engine Yang dipakai

MTU 12V 4000 M93L

Max

power 2580 kW

Putaran 710.179 RPM

11.84 RPS

diambil efisiensi shaft 98% sesuai dengan yang ditentukan di referensi

%	N engine		Nprop		Q		DHPCH		BHP		DayaCH	
	Rpm (B4-100)	Rpm (B5-105)	Rps (B4-100)	Rps (B5-105)	CH (B4-100)	CH (B5-105)	KW (B4-100)	KW (B5-105)	KW (B4-100)	KW (B5-105)	% (B4-100)	% (B5-105)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	0	0.0	0	0	0
10	71.02	71.02	1.18	1.18	335.0	337.2	2.49	2.51	2.5	2.56	0	0
20	142.04	142.04	2.37	2.37	1340.0	1348.8	19.92	20.05	20.3	20.46	1	1
30	213.05	213.05	3.55	3.55	3015.0	3034.9	67.23	67.68	68.6	69.06	3	3
40	284.07	284.07	4.73	4.73	5360.1	5395.3	159.37	160.42	162.6	163.69	6	6
50	355.09	355.09	5.92	5.92	8375.1	8430.2	311.27	313.32	317.6	319.71	12	12
60	426.11	426.11	7.10	7.10	12060.1	12139.5	537.87	541.41	548.8	552.46	21	21
70	497.13	497.13	8.29	8.29	16415.2	16523.2	854.12	859.75	871.6	877.29	34	34
80	568.14	568.14	9.47	9.47	21440.2	21581.4	1274.96	1283.35	1301.0	1309.54	50	51
90	639.16	639.16	10.65	10.65	27135.3	27313.9	1815.32	1827.27	1852.4	1864.56	72	72
100	710.18	710.18	11.84	11.84	33500.4	33720.9	2490.15	2506.55	2541.0	2557.70	98	99

Perhitungan tangki bahan bakar dan minyak pelumas pada 2 unit mesin

1 Tangki bahan bakar HSD untuk motor induk

Motor Diesel yang digunakan sebagai motor penggerak utama adalah bertipe empat langkah dengan menggunakan bahan bakar HSD atau Solar.

a. Berat bahan bakar (WHSD)

$$\begin{aligned}
 \text{Radius pelayaran} &= \text{Alur Pelayaran Barat Surabaya} && 120 \text{ jam} \\
 & && \text{Lama berlayar} \\
 S &= 2400 \text{ mil laut} && = 5 \text{ hari} \\
 \text{BHP at MCR} & && \\
 &= 4239.68 \text{ Hp} && 1 \text{ KW} = 1.34102 \text{ HP} \\
 & && 3161.53 \text{ kW} \\
 \text{SFOC} &= 220 \text{ g/KWh} \\
 V_s &= 20 \text{ knot} \\
 \text{Konstanta penambahan bahan bakar sebesar} &&& 1.1
 \end{aligned}$$

WHSD

$$\begin{aligned}
 &= ((\text{BHP} \times 15\%) + \text{BHP}) \times \text{SFOC} \times \text{lama berlayar} \\
 &= 95984051 \text{ g/kW} \\
 &= 95.984051 \text{ Ton/5hari}
 \end{aligned}$$

b. Volume tangki penyimpanan (VHSD)

$$\text{Berat spesifik } (\rho) = 0.86 \text{ Ton/m}^3$$

VHSD

$$\begin{aligned}
 &= \text{WHSD} / \rho \\
 &= 111.60936 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Kapasitas service tank (Vsvt)

Kapasitas service tank atau tangki harian untuk HSD yang dibutuhkan terutama harus mampu untuk mensuplai konsumsi bahan bakar motor induk selama 8 jam pada saat operasi beban penuh dengan menggunakan HSD, dan mensuplai konsumsi bahan bakar motor - motor bantu dalam waktu yang sama.

Dalam hal ini diambil waktu ketersediaan bahan bakar HSD untuk kebutuhan suplai konsumsi adalah setiap 8 jam.

$$\begin{aligned}
 V_{svt} &= \frac{\text{BHP} \times \text{SFOC} \times 10^{-6} \times H}{\rho} && H = 8 \text{ jam} \\
 &= 6.4701079 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

d. Kapasitas Drain Tank / Dirty Oil Tank

Kapasitas drain tank atau dirty tank pada umumnya bekrisar antara 0.4 - 2 m³ bergantung dari daya keluaran motor induk.

MAIN ENGINE (BHP)	DRAIN TANK VOLUME (m3)
< 10000	0.4
10000 - 20000	0.6 - 1.0
> 20000	1.0 - 2.0

Maka untuk BHP 4239.68 Hp diambil 0.4 m³

3 Tangki Minyak Pelumas

Kapasitas tangki minyak pelumas di sini adalah tangki minyak pelumas untuk minyak pelumas mesin atau lube oil dan minyak pelumas silinder atau Cylinder Oil.

a. Specific Lubricating Oil Consumption (SLOC) = 1.3 g/KWh
 Berat jenis minyak pelumas (plo) = 1.18 Ton/m³

b. Berat minyak pelumas (WLO)

$$Wlo = BHP \times SLOC \times S/Vs \times 10^{-6}$$

$$= 0.4931987 \text{ Ton}$$

Volume tangki minyak pelumas

c.
$$Vlo = \frac{Wlo}{plo} = 0.417965 \text{ m}^3$$

Series 4000

Average load: 60 - 80% of rated power
 Rated power: 2320 kW - 3600 kW

Engine model	16V4000 M70	16V4000 M71
Rated power ICFN kW (bhp)	2320 (3111)	2465 (3306)
Speed rpm	2000	2000
Exhaust optimization	IMO I	IMO I
Fuel consumption		
at rated power g/kWh	201	209
l/h (gal/h)	561.8 (148.4)	620.7 (164.0)
Optimum value g/kWh	196	196
Dimensions and masses - engine		
Length (L) mm (in)	3380 (133.1)	3380 (133.1)
Width (W) mm (in)	1520 (59.8)	1520 (59.8)
Height (H) mm (in)	1835 (72.2)	1835 (72.2)
Mass, dry kg (lbs)	8170 (18012)	8170 (18012)
Dimensions and masses - with gearbox		
Gearbox model, standard	on request,	on request,
Gearbox model, alternative	please	please
Length (L) mm (in)	contact your	contact your
Width (W) mm (in)	MTU dealer	MTU dealer
Height (H) mm (in)		
Mass, dry kg (lbs)		
Engine main data		
No. of cylinders	16	16
Bore / stroke mm (in)	165/190	165/190
	[6.5/7.5]	[6.5/7.5]
Displacement, total (l/cu ft)	65.0 (3967)	65.0 (3967)
Classification, unrestricted service	X	X



20V 4000

16V 4000 M73	16V4000 M73L	20V4000 M73	20V4000 M73L
2560 (3435)	2880 (3860)	3200 (4290)	3600 (4830)
1970	2050	1970	2050
IMO II/ EPA 2	IMO II/ EPA 2	IMO II/ EPA 2	IMO II/ EPA 2
218	220	213	212
672.4 (177.9)	763.4 (201.5)	821.2 (217.0)	819.5 (242.9)
205	205	210	210
3510 (138.2)	3510 (138.2)	4040 (159.1)	4040 (159.1)
1850 (72.8)	1850 (72.8)	1470 (57.9)	1470 (57.9)
2185 (86)	2185 (86)	2440 (96.1)	2440 (96.1)
9890 (21803)	9890 (21803)	12900 (28439)	12900 (28439)
ZF 7650 on request	ZF 9050 on request	ZF 9055 on request	ZF 24000 on request
4770 (187.8)	4930 (194.1)	5650 (222.4)	5720 (225.2)
1850 (72.8)	1850 (72.8)	1470 (57.9)	1470 (57.9)
2240 (88.2)	2345 (92.3)	2610 (102.9)	2250 (88.6)
10965 (24173)	11380 (25088)	14395 (31735)	15685 (34358)
16	16	20	20
170/190	170/190	170/190	170/190
[6.7/7.5]	[6.7/7.5]	[6.7/7.5]	[6.7/7.5]
69.0 (4210)	69.0 (4210)	86.2 (5260)	86.2 (5260)
X	X	X	X

	Speed (kts)	Savitsky Resist. (kN)	Savitsky Power (kW)
2	18.25	171.45	2682.84
3	18.5	173.24	2748
4	18.75	175.05	2814.22
5	19	176.88	2881.51
6	19.25	178.72	2949.87
7	19.5	180.59	3019.32
8	19.75	182.47	3089.87
9	20	184.37	3161.53
10	20.25	186.28	3234.3
11	20.5	188.21	3308.2
12	20.75	190.16	3383.24
13	21	192.13	3459.42
14	21.25	194.11	3536.75
15	21.5	196.12	3615.25
16	21.75	198.13	3694.91
17	22	200.17	3775.76
18	22.25	202.22	3857.8
19	22.5	204.29	3941.03
20	22.75	206.37	4025.47
21	23	208.47	4111.12
22	23.25	210.59	4197.99
23	23.5	212.72	4286.1
24	23.75	214.87	4375.44
25	24	217.03	4466.03
26	24.25	219.21	4557.87
27	24.5	221.41	4650.97
28	24.75	223.62	4745.34
29	25	225.84	4840.98
30	25.25	228.08	4937.89
31	25.5	230.34	5036.11
32	25.75	232.61	5135.62
33	26	234.9	5236.44
34	26.25	237.2	5338.57
35	26.5	239.51	5442.02
36	26.75	241.84	5546.79
37	27	244.19	5652.89
38	27.25	246.54	5760.32
39	27.5	248.92	5869.09
40	27.75	251.54	5984.91
41	28	253.7	6090.69

Perhitungan tangki bahan bakar dan minyak pelumas pada 3 unit mesin

1 Tangki bahan bakar HSD untuk motor induk

Motor Diesel yang digunakan sebagai motor penggerak utama adalah bertipe empat langkah dengan menggunakan bahan bakar HSD atau Solar.

a. Berat bahan bakar (WHSD)

$$\begin{aligned}
 \text{Radius pelayaran} &= \text{Alur Pelayaran Barat Surabaya} && 120 \text{ jam} \\
 & && \text{Lama berlayar} \\
 S &= 2400 \text{ mil laut} && = 5 \text{ hari} \\
 \text{BHP at MCR} & && \\
 &= 4289.93 \text{ Hp} && 1 \text{ KW} = 1.34102 \text{ HP} \\
 & && 3199 \text{ kW} \\
 \text{SFOC} &= 217 \text{ g/KWh} \\
 V_s &= 20 \text{ knot} \\
 \text{Konstanta penambahan bahan bakar sebesar} &&& 1.1
 \end{aligned}$$

WHSD

$$\begin{aligned}
 &= ((\text{BHP} \times 15\%) + \text{BHP}) \times \text{SFOC} \times \text{lama berlayar} \\
 &= 95797254 \text{ g/kWh} \\
 &= 95.79725 \text{ Ton/5hari}
 \end{aligned}$$

b. Volume tangki penyimpanan (VHSD)

$$\text{Berat spesifik } (\rho) = 0.86 \text{ Ton/m}^3$$

VHSD

$$\begin{aligned}
 &= \text{WHSD} / \rho \\
 &= 111.3922 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Kapasitas service tank (Vsvt)

Kapasitas service tank atau tangki harian untuk HSD yang dibutuhkan terutama harus mampu untuk mensuplai konsumsi bahan bakar motor induk selama 8 jam pada saat operasi beban penuh dengan menggunakan HSD, dan mensuplai konsumsi bahan bakar motor - motor bantu dalam waktu yang sama.

Dalam hal ini diambil waktu ketersediaan bahan bakar HSD untuk kebutuhan suplai konsumsi adalah setiap 8 jam.

$$\begin{aligned}
 V_{svt} &= \frac{\text{BHP} \times \text{SFOC} \times 10^{-6} \times H}{\rho} && H = 8 \text{ jam} \\
 &= 6.457516 \text{ m}^3 && 4.166184
 \end{aligned}$$

d. Kapasitas Drain Tank / Dirty Oil Tank

Kapasitas drain tank atau dirty tank pada umumnya bekrisar antara 0.4 - 2 m³ bergantung dari daya keluaran motor induk.

MAIN ENGINE (BHP)	DRAIN TANK VOLUME (m ³)
< 10000	0.4
10000 - 20000	0.6 - 1.0
> 20000	1.0 - 2.0

Maka untuk BHP 4289.93 Hp diambil 0.4 m³

3 Tangki Minyak Pelumas

Kapasitas tangki minyak pelumas di sini adalah tangki minyak pelumas untuk minyak pelumas mesin atau lube oil dan minyak pelumas silinder atau Cylinder Oil.

a. Specific Lubricating Oil Consumption (SLOC) = 1 g/KWh
 Berat jenis minyak pelumas (ρ_{lo}) = 1.18 Ton/m³

b. Berat minyak pelumas (W_{lo})

$$W_{lo} = \text{BHP} \times \text{SLOC} \times S/Vs \times 10^{-6}$$

$$= 0.38388 \text{ Ton}$$

c. Volume tangki minyak pelumas

$$V_{lo} = \frac{W_{lo}}{\rho_{lo}} = 0.325322 \text{ m}^3$$

Perbandingan Efisiensi Bahan Bakar dan Minyak Pelumas antara pemakaian 2 unit mesin dan 3 unit mesin

Item	2 Engine	3 Engine
SFOC	220 g/KWh	217 g/KWh
WHSD	95.984 Ton/5hari	95.797 Ton/5hari
VHSD	111.609 Ton/m ³	111.392 Ton/m ³
Vsvt	6.470 m ³	6.458 m ³
Drain tank	0.4 m ³	0.4 m ³
SLOC	1.3 g/KWh	1 g/KWh
WLO	0.4932 Ton	0.3839 Ton
V _{lo}	0.4180 Ton/m ³	0.3253 Ton/m ³

	Speed (kts)	Savitsky Resist. (kN)	Savitsky Power (kW)
2	18.25	173.59	2716.35
3	18.5	175.39	2782.07
4	18.75	177.21	2848.85
5	19	179.04	2916.69
6	19.25	180.89	2985.62
7	19.5	182.76	3055.64
8	19.75	184.65	3126.77
9	20	186.55	3199
10	20.25	188.47	3272.95
11	20.5	190.41	3348.84
12	20.75	192.37	3422.46
13	21	194.34	3499.23
14	21.25	196.33	3577.16
15	21.5	198.34	3656.25
16	21.75	200.36	3736.52
17	22	202.41	3817.98
18	22.25	204.46	3900.63
19	22.5	206.54	3984.47
20	22.75	208.63	4069.53
21	23	210.74	4155.81
22	23.25	212.86	4243.31
23	23.5	215	4332.05
24	23.75	217.16	4422.03
25	24	219.33	4513.26
26	24.25	221.51	4605.74
27	24.5	223.72	4699.5
28	24.75	225.93	4794.52
29	25	228.17	4890.83
30	25.25	230.42	4988.4
31	25.5	232.68	5087.28
32	25.75	234.96	5187.48
33	26	237.25	5288.97
34	26.25	239.56	5391.79
35	26.5	241.88	5495.92
36	26.75	244.22	5601.39
37	27	246.57	5708.18
38	27.25	248.94	5816.32
39	27.5	251.32	5925.8
40	27.75	253.71	6036.64
41	28	256.12	6148.83



20V 4000

12V 4000 M93L	16V 4000 M90	16V 4000 M93	16V 4000 M93L
2580 (3460)	2720 (3648)	3120 (4185)	3440 (4615)
2100	2100	2100	2100
IMO II/ EPA 2	IMO I	IMO II/ EPA 2	IMO II/ EPA 2
217	209	224	230
674.5 (178.1)	85 (181)	842.0 (222.5)	953.3 (251.9)
205	97	205	205
2870 (113)	3390 (133.1)	3510 (138.2)	3510 (138.2)
1850 (72.8)	520 (59.8)	1850 (72.8)	1850 (72.8)
2185 (86)	835 (72.2)	2185 (86)	2185 (86)
8460 (18651)	3030 (1770.3)	9890 (2180.3)	9890 (2180.3)
ZF 7600	on request,	ZF 9000	ZF 9050
on request	please	on request	on request
3910 (153.9)	contact your	4930 (194.1)	4930 (194.1)
1850 (72.8)	ITU dealer	1850 (72.8)	1850 (72.8)
2240 (88.2)		2345 (92.3)	2345 (92.3)
9810 (21627)		11380 (25088)	11380 (25088)
12	6	16	16
170/190	65/190	170/190	170/190
(6.7/7.5)	6.5/7.5	(6.7/7.5)	(6.7/7.5)
51.7 (3155)	55.0 (3967)	69.0 (4211)	69.0 (4211)
X	X	X	X

BIODATA PENULIS



“Isro’ Wahyu Cahyana” dilahirkan di kota Surabaya pada tanggal 20 Januari 1993, Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dalam keluarga yang sederhana. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar di SDN Sidotopo Wetan III / 257 Surabaya, Pada kelas 1 sekolah tingkat pertama hanya menempuh 1 tahun di SMPN 2 Sidayu Kabupaten Gresik kemudian pindah sekolah di SMPN 31 Surabaya melanjutkan sekolah duduk pada kelas 2 sampai lulus. Dan SMK PGRI-4 Surabaya mengambil jurusan Teknik Otomotif lulus tahun 2011. Selama menempuh pendidikan diatas penulis tinggal bersama keluarga kecilnya di Surabaya. Setelah lulus penulis gagal melalui jalur beasiswa Bidikmisi di ITS untuk mengambil jurusan Teknik Mesin.

Demi melanjutkan cita-cita sebagai teknisi mesin penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi di Universitas Muhammadiyah Surabaya mengambil jurusan S1 Teknik Perkapalan dan penulis berhasil menyelesaikan perkuliahan 4 tahun untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada tahun 2015 dikampus UM Surabaya tercinta dengan baik dan tepat waktu.

Email : izwacahyana@gmail.com