

# Analisa Pengaruh Trim terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Nur Salim Aris, Indrajaya Gerianto, dan I Made Ariana  
 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Masing-masing, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
 Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
*e-mail:* igerianto@its.ac.id; ariana@its.ac.id

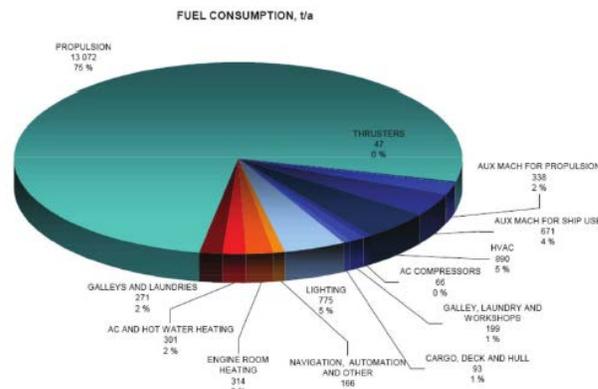
**Abstrak**—Trim merupakan salah satu kondisi pada kapal dimana terdapat perbedaan draft pada bagian haluan dan buritan. Kapal bergerak dengan kecepatan dinasnya ( $V_s$ ) pada kondisi normal continuous rating. Pada tahap pendesainan kapal tahanan total kapal ( $R_t$ ) didapatkan pada kondisi kapal even keel. Namun pada pengoperasiannya kapal jarang berada pada kondisi even keel tapi berada pada kondisi trim, baik trim by stern ataupun trim by bow. Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan tahanan total yang minimum dengan variasi trim yang dibuat pada kondisi displasemen 100%, 95%, 90%, 75% dan 55%. Dan juga berapa konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Untuk dapat melakukan penelitian ini diperlukan pembuatan trim diagram untuk mengetahui variasi trim yang menghasilkan displasemen yang sama. Dan juga dibutuhkan software MAXSURF 11.12 untuk menganalisa tahanan dari variasi trim yang dibuat. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa variasi trim yang menghasilkan tahanan total paling minimal adalah trim by stern, namun terdapat satu kondisi dimana tahanan total yang paling minimum adalah trim by bow yaitu pada saat kondisi 100% displasemen. Hal ini dikarenakan pada kondisi tersebut area transom pada kapal ketika trim by stern banyak tercelup di dalam air, sedangkan ketika trim by bow hanya sedikit area transom yang tercelup di dalam air. Sehingga menyebabkan tambahan tahanan total pada saat trim by stern. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan berbanding lurus dengan besarnya daya yang dibutuhkan.

**Kata Kunci**—Trim, Tahanan Total, Konsumsi Bahan Bakar.

## I. PENDAHULUAN

**T**RIM merupakan salah satu kondisi pada kapal dimana terdapat perbedaan draft pada bagian haluan dan buritan. Kapal bergerak dengan kecepatan dinasnya ( $V_s$ ) pada kondisi normal continuous rating. Pada tahap pendesainan kapal tahanan total kapal ( $R_t$ ) didapatkan pada kondisi kapal even keel. Namun pada pengoperasiannya kapal jarang berada pada kondisi even keel tapi berada pada kondisi trim, baik trim by stern ataupun trim by bow.

Sistem propulsi merupakan salah satu yang terpenting dalam kapal, salah satunya adalah perencanaan main engine, poros dan juga propeller. Bahan bakar merupakan salah satu bagian terpenting yang digunakan pada sistem propulsi. 75% bahan bakar digunakan untuk sistem propulsi. Sedangkan sisanya digunakan untuk sistem lain seperti auxiliary engine,



Gambar 1. 1 Distribusi pemakaian bahan bakar pada kapal

HVAC, lighting, engine room heating dll.. Biaya yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar mempunyai porsi yang besar pada operasional kapal.

Karena tingginya biaya yang diperlukan untuk biaya bahan bakar, diperlukan cara untuk meningkatkan efisiensi dari konsumsi bahan bakar. Cara yang dapat dilakukan untuk kapal baru adalah modernisasi dari mesin induk, mengganti bentuk dari bulbous bow untuk mengurangi tahanan dan juga meningkatkan efisiensi pada operasional dengan cara menentukan trim yang menghasilkan tahanan paling minimal.

## II. URAIAN PENELITIAN

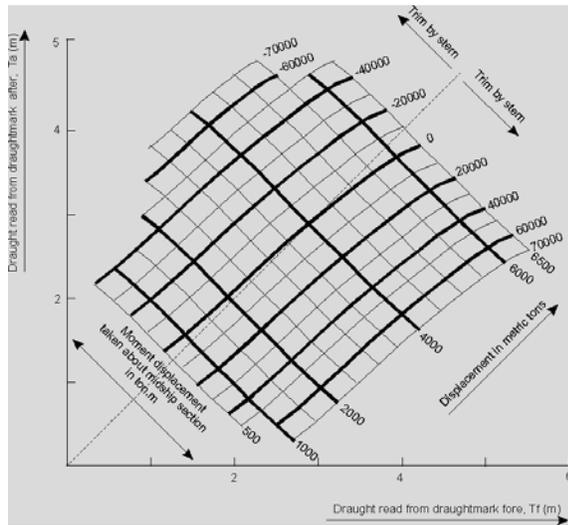
### A. Tahanan Total

Total tahanan dari suatu kapal dapat digambarkan dengan rumus berikut.

$$R_{total} = R_F(1+k_1) + R_{APP} + R_W + R_B + R_{TR} + R_A$$

Dimana:

- RF = Tahanan gesek berdasarkan rumus ITTC-1957
- (1+k1) = Faktor bentuk dari lambung kapal.
- RAPP = Tahanan tambahan.
- RW = Tahanan gelombang.
- RB = Tahanan tambahan dari bulbous bow.
- RTR = Tahanan tambahan dari area transom yang tercelup.
- RA = Tahanan akibat model kapal.



Gambar 2. 1 Trim Diagram

(Sumber: Setiawan, B.2000. "Modul Ajar Trim")

Tabel 3. 1. Tabel parameter dimensi penentuan tahanan pada MAXSURF 11.12

Persyaratan Dimensi	Metoda				
	Holtrop	Van Oortmerssen	Series 60	Compton	Fung
	0.55 < C <sub>p</sub> < 0.85	8 < L < 80	0.6 < C <sub>b</sub> < 0.8	-0.13 < LCG/L < -0.02	0.0005 < VIL <sup>3</sup> < 0.012577
	3.9 < L/B < 15	3 < L/B < 6.2	5.5 < L/B < 8.5	4.0 < L/B < 5.2	1.896 < B/T < 10.204
	2.1 < B/T < 4.0	0.5 < C <sub>p</sub> < 0.73	2.5 < B/T < 3.5	0.0036 < VIL <sup>3</sup> < 0.005258	0.526 < C <sub>p</sub> < 0.774
		-7 < 100 LCG/L < 2.8	-2.48% < LCB < 3.51%		2.52 < L/B < 17.935
		5 < V < 3000			0.662 < C <sub>wp</sub> < 0.841
		1.9 < B/T < 4.0			
		0.70 < C <sub>m</sub> < 0.97			

**B. Gaya pada Sistem Penggerak Kapal**

Secara umum kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, maka akan mengalami gaya hambat (resistance) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya gaya hambat yang terjadi harus mampu diatasi oleh gaya dorong kapal (thrust) yang dihasilkan dari kerja alat gerak kapal (propulsor). Ada beberapa pengertian mengenai daya yang sering digunakan didalam melakukan estimasi terhadap kebutuhan daya pada sistem penggerak kapal, antara lain :

Daya Efektif (EHP)

Daya Efektif (EHP) adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal (hull), agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain dengan kecepatan servis sebesar VS. Daya Efektif ini merupakan fungsi dari besarnya gaya hambat total dan kecepatan kapal. Untuk mendapatkan besarnya Daya Efektif kapal, dapat digunakan persamaan sebagai berikut;

$$EHP=R_T V_s \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

RT = Tahanan total kapal (kN)

Tabel 3. 2 Hasil analisa tahanan pada 100%Δ

	12347 Ton (Δ)								
	Trim by Stern				Even Keel	Trim by Bow			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ta (m)	8.64	8.45	8.25	8.05	7.85	7.64	7.43	7.21	7.00
Tf (m)	6.99	7.21	7.42	7.63	7.85	8.04	8.24	8.44	8.64
ATr (m <sup>2</sup> )	7.79	6.48	5.25	4.08	3.08	2.17	1.37	0.74	0.30
S (m <sup>2</sup> )	3129.1	3126.8	3126.6	3122.7	3121.517	3116	3109.2	3102.8	3096.751
Lcb (m)	55.636	56.063	56.503	56.942	57.372	57.786	58.216	58.641	59.06
Rt (N)	351879	355686	356609	355502	358327.4	356698	353937	350708	347456.99

\*Lcb dalam tabel beracuan dari AP (After Perpendicular)

Tabel 3. 3 Hasil analisa tahanan pada 95%Δ

	11730 Ton (Δ)								
	Trim by Stern				Even Keel	Trim by Bow			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ta (m)	8.30	8.11	7.92	7.71	7.50	7.30	7.09	6.88	6.67
Tf (m)	6.61	6.83	7.05	7.28	7.50	7.69	7.88	8.08	8.29
S (m <sup>2</sup> )	3040.6	3038.6	3037.4	3035	3031.653	3025.5	3017.9	3011.3	3003.71
Lcb (m)	55.773	56.208	56.639	57.097	57.554	57.972	58.388	58.813	59.24
Rt (N)	315722	322134	332410	339582	343564.8	342391	339776	336855	337228.75

\*Lcb dalam tabel beracuan dari AP (After Perpendicular)

VS = Kecepatan dinas kapal (m/s)

Daya Dorong (THP)

Daya Dorong (THP) adalah besarnya daya yang dihasilkan oleh kerja dari alat gerak kapal (propulsor) untuk mendorong badan kapal. Daya Dorong merupakan fungsi dari gaya dorong dan laju aliran fluida yang terjadi saat alat gerak kapal bekerja. Adapun persamaan Daya Dorong dapat dituliskan sebagai berikut ;

$$THP=T V_A \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

T = Gaya dorong (kN).

Va = Kecepatan advanced aliran fluida bagian buritan kapal (m/s)

= (1-w) Vs ; dimana w adalah wake friction

Daya Yang Disalurkan (DHP)

Daya Yang Disalurkan (DHP) adalah daya yang diserap oleh baling-baling kapal guna menghasilkan Daya Dorong sebesar PT, atau dengan kata lain, PD merupakan daya yang disalurkan oleh motor penggerak ke baling-baling kapal (propeller) yang kemudian dirubahnya menjadi Daya Dorong kapal (PT). Variabel yang berpengaruh pada daya ini adalah Torsi Yang Disalurkan dan Putaran baling-baling, sehingga persamaan untuk menghitung PD adalah sebagai berikut ;

$$DHP=2 \pi Q n \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

Q = Torsi baling-baling (kNm).

n = Putaran baling-baling (rps)

Daya Poros (SHP)

Daya Yang Disalurkan ( PD ) adalah daya yang diserap oleh baling-baling kapal guna menghasilkan Daya Dorong sebesar PT, atau dengan kata lain, PD merupakan daya yang disalurkan oleh motor penggerak ke baling-baling kapal (propeller) yang kemudian dirubahnya menjadi Daya Dorong kapal (PT). Variabel yang berpengaruh pada daya ini adalah Torsi Yang Disalurkan dan Putaran baling-baling, sehingga persamaan untuk menghitung PD

Tabel 3. 4  
Hasil analisa tahanan pada 90%Δ

	1112 Ton (Δ)								
	Trim by Stern				Even Keel	Trim by Bow			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ta (m)	7.9479	7.7534	7.5555	7.3499	7.1442	6.9375	6.7347	6.5326	6.3311
Tf (m)	6.2449	6.4763	6.7036	6.9254	7.1442	7.3402	7.5388	7.7386	7.9395
S (m <sup>2</sup> )	2947.6	2946.7	2945.4	2941.7	2937.997	2931.9	2925	2917	2908.746
Lcb (m)	55.921	56.378	56.834	57.289	57.74	58.169	58.589	59.022	59.448
Rt (N)	294018	297692	304603	314799	326461.5	326323	325347	330850	336164.89

\*Lcb dalam tabel beracuan dari AP (After Perpendicular)

Tabel 3. 5  
Hasil analisa tahanan pada 75%Δ

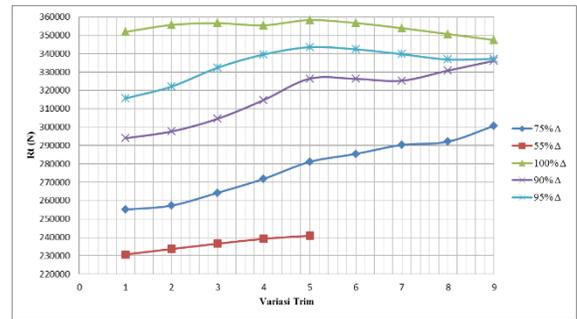
	1112 Ton (Δ)								
	Trim by Stern				Even Keel	Trim by Bow			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ta (m)	7.9479	7.7534	7.5555	7.3499	7.1442	6.9375	6.7347	6.5326	6.3311
Tf (m)	6.2449	6.4763	6.7036	6.9254	7.1442	7.3402	7.5388	7.7386	7.9395
S (m <sup>2</sup> )	2947.6	2946.7	2945.4	2941.7	2937.997	2931.9	2925	2917	2908.746
Lcb (m)	55.921	56.378	56.834	57.289	57.74	58.169	58.589	59.022	59.448
Rt (N)	294018	297692	304603	314799	326461.5	326323	325347	330850	336164.89

\*Lcb dalam tabel beracuan dari AP (After Perpendicular)

Tabel 3. 6  
Hasil analisa tahanan pada 55%Δ

	6791 Ton (Δ)								
	Trim by Stern				Even Keel	Trim by Bow			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ta (m)	5.35	5.15	4.95	4.75	4.56	-	-	-	-
Tf (m)	3.74	3.94	4.15	4.35	4.56	-	-	-	-
S (m <sup>2</sup> )	2288.5	2289.2	2289	2285.9	2287.535				
Lcb (m)	56.1	56.692	57.275	57.853	58.428				
Rt (N)	230760	233737	236635	239271	240981.4				

\*Lcb dalam tabel beracuan dari AP (After Perpendicular)



Gambar 3. 1 Grafik variasi trim vs tahanan

Tabel 3. 7

Hasil perhitungan daya dan konsumsi bahan bakar pada kondisi 100%Δ

	Trim by Stern				Even Keel
	1	2	3	4	5
BHPscr	5659.35	5721.22	5767.72	5811.46	5748.80
BHPscr (%)	80.39	81.27	81.93	82.55	81.66
n (rpm)	206.00	206.00	206.00	206.00	206.00
n (%)	98.10	98.10	98.10	98.10	98.10
SFOC(gr/bhp.h)	128.586	128.586	128.586	128.687	128.586
W fo (ton)	17.54	17.73	17.87	18.02	17.81

	Trim by Bow			
	6	7	8	9
BHPscr	5852.59	5792.54	5739.01	5689.41
BHPscr (%)	83.13	82.28	81.52	80.82
n (rpm)	206.00	206.00	206.00	206.00
n (%)	98.10	98.10	98.10	98.10
SFOC(gr/bhp.h)	128.687	128.586	128.586	128.586
W fo (ton)	18.15	17.95	17.78	17.63

\*W fo dalam tabel merupakan berat bahan bakar tiap pelayaran dari Surabaya-Makassar (24.1 jam)

SHP=DHP ηs.....(4)  
Dimana:

DHP = Daya yang disalurkan (watt).  
ηs = Efisiensi dari poros (98-97%)  
Daya Rem (BHPscr)

Daya Rem (Brake Horse Power) adalah daya yang dihasilkan oleh motor penggerak utama (main engine) dengan tipe marine diesel engines. Pada sistem penggerak kapal yang menggunakan Marine Diesel Engines ( type of medium to high speed ). Daya rem in juga dipengaruhi oleh sistem transmisinya yaitu penggunaan gear box.

[(BHP)]\_scr=SHP ηg.....(5)  
Dimana:

DHP = Daya yang disalurkan (watt).  
ηg = Efisiensi dari gear box (98-97%).

C. Trim Diagram

Trim diagram merupakan diagram yang menampilkan displasemen dan moment displasemen dari kapal pada kondisi kapal trim, baik trim by stern ataupun trim by bow. Trim diagram memudahkan nakhoda memprediksi trim saat loading ataupun unloading muatan.

D. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar secara spesifik didasarkan pada torsi motor bakar yang berbanding dengan aliran massa bahan bakar yang ditransfer ke motor bakar, dari tiap beban

daya yang dikeluarkan oleh motor bakar, terdapat perbedaan mengenai konsumsi bahan bakar berada pada titik terendah pada grafik spesifik fuel oil consumption (SFOC). Biasanya satuan bahan bakar yang digunakan adalah gr/bhp h atau gr/kWh.

Untuk menghitung konsumsi bahan bakar dapat dilakukan dengan perumusan berikut ini:

Whfo=P x SFOC x t x C x [10]<sup>(-6)</sup>.....(6)

Dimana:

- P = Daya main engine (kW)
- SFOC = Spesific Fuel Oil Consumption (gr/kWh)
- t = Waktu lama pelayaran (hour)
- C = Constant addition of fuel (1.3-1.5)

III. HASIL DAN ANALISA

A. Analisa Tahanan

Analisa tahanan pada penelitian ini menggunakan software MAXSURF 11.12. Penentuan metode tahanan yang digunakan berdasarkan beberapa parameter dimensi. Terdapat lima metode tahanan yang terdapat pada MAXSURF 11.12 yaitu metode holtrop, van ootmerseen, series 60, Compton dan fung.

Tabel 3. 8

Hasil perhitungan daya dan konsumsi bahan bakar pada kondisi 95%Δ

	Trim by Stern				Even Keel
	1	2	3	4	5
BHPscr	5257.52	5331.82	5418.35	5478.83	5560.75
BHPscr (%)	74.68	75.74	76.97	77.82	78.99
n (rpm)	203.00	203.00	203.00	203.00	203.00
n (%)	96.67	96.67	96.67	96.67	96.67
SFOC(gr/bhp.h)	128.501	128.501	128.501	128.501	128.501
W fo (ton)	16.28	16.51	16.78	16.97	17.22

	Trim by Bow			
	6	7	8	9
BHPscr	5568.67	5499.35	5466.08	5413.93
BHPscr (%)	79.10	78.12	77.64	76.90
n (rpm)	203.00	203.00	203.00	203.00
n (%)	96.67	96.67	96.67	96.67
SFOC(gr/bhp.h)	128.501	128.501	128.501	128.501
W fo (ton)	17.25	17.03	16.93	16.77

\*W fo dalam tabel merupakan berat bahan bakar tiap pelayaran dari Surabaya-Makassar (24.1 jam)

Tabel 3. 9

Hasil perhitungan daya dan konsumsi bahan bakar pada kondisi 90%Δ

	Trim by Stern				Even Keel
	1	2	3	4	5
BHPscr	4884.88	4921.14	4979.44	5067.95	5205.16
BHPscr (%)	69.39	69.90	70.73	71.99	73.94
n (rpm)	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
n (%)	95.24	95.24	95.24	95.24	95.24
SFOC(gr/bhp.h)	128.584	128.584	128.584	128.584	128.584
W fo (ton)	15.14	15.25	15.43	15.70	16.13

	Trim by Bow			
	6	7	8	9
BHPscr	5222.22	5183.12	5191.65	5201.25
BHPscr (%)	74.18	73.62	73.75	73.88
n (rpm)	200.00	200.00	200.00	200.00
n (%)	95.24	95.24	95.24	95.24
SFOC(gr/bhp.h)	128.584	128.584	128.584	128.584
W fo (ton)	16.18	16.06	16.09	16.12

\*W fo dalam tabel merupakan berat bahan bakar tiap pelayaran dari Surabaya-Makassar (24.1 jam)

Dari hasil perhitungan berbagai parameter dimensi dari kapal, didapatkan bahwa metode yang sesuai adalah metode holtrop. Hal ini karena hanya metode holtrop yang sesuai dengan parameter dimensi, yaitu dengan nilai Cp=0.745, L/B=6.21 dan B/T=3.2

1) Analisa pada 100%Δ (12347 ton)

Berikut adalah hasil dari analisa tahanan pada MAXSURF 11.12 pada 100%Δ. Dari tabel 3.2 terlihat bahwa pada kondisi 100%Δ variasi trim yang menghasilkan tahanan yang paling minimal adalah variasi trim ke sembilan, yaitu pada Ta=7m dan Tf=8.64m. Tahanan yang dihasilkan pada variasi trim ini adalah 347457 N. Hal ini dikarenakan pada kondisi displasemen ini area transom dari kapal tercelup di air sehingga menimbulkan tahanan tambahan. Area transom yang banyak tercelup di air adalah pada saat kondisi trim by stern, sedangkan pada saat kondisi

Tabel 3. 10

Hasil perhitungan daya dan konsumsi bahan bakar pada kondisi 75%Δ

	Trim by Stern				Even Keel
	1	2	3	4	5
BHPscr	4777.88	4830.49	4954.55	5094.96	4950.29
BHPscr (%)	67.87	68.62	70.38	72.37	70.32
n (rpm)	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
n (%)	95.24	95.24	95.24	95.24	95.24
SFOC(gr/bhp.h)	128.584	128.584	128.584	128.584	128.584
W fo (ton)	14.81	14.97	15.35	15.79	15.34

	Trim by Bow			
	6	7	8	9
BHPscr	5276.25	5276.25	5226.84	5231.47
BHPscr (%)	74.95	74.95	74.25	74.31
n (rpm)	200.00	200.00	200.00	200.00
n (%)	95.24	95.24	95.24	95.24
SFOC(gr/bhp.h)	128.584	128.584	128.584	128.584
W fo (ton)	16.35	16.35	16.20	16.21

\*W fo dalam tabel merupakan berat bahan bakar tiap pelayaran dari Surabaya-Makassar (24.1 jam)

trim by bow area transom yang tercelup dalam air sangat sedikit sehingga tidak menambah tahanan yang signifikan.

2) Analisa pada 95%Δ (11730 ton)

Berikut adalah hasil dari analisa tahanan pada MAXSURF 11.12 pada 95%Δ. Dari tabel 3.3 terlihat bahwa pada kondisi 95%Δ variasi trim yang menghasilkan tahanan yang paling minimal adalah variasi trim pertama, yaitu pada Ta=8.304m dan Tf=6.611m. Tahanan yang dihasilkan pada variasi trim ini adalah 315722 N.

3) Analisa pada 90%Δ (11730 ton)

Berikut adalah hasil dari analisa tahanan pada MAXSURF 11.12 pada 90%Δ. Dari tabel 3.4 terlihat bahwa pada kondisi 90%Δ variasi trim yang menghasilkan tahanan yang paling minimal adalah variasi trim pertama, yaitu pada Ta=7.948m dan Tf=6.245m. Tahanan yang dihasilkan pada variasi trim ini adalah 294018 N.

4) Analisa pada 75%Δ (11112 ton)

Berikut adalah hasil dari analisa tahanan pada MAXSURF 11.12 pada 75%Δ. Dari tabel 3.5 terlihat bahwa pada kondisi 75%Δ variasi trim yang menghasilkan tahanan yang paling minimal adalah variasi trim pertama, yaitu pada Ta=6.92m dan Tf=5.22m. Tahanan yang dihasilkan pada variasi trim ini adalah 255205 N.

5) Analisa pada 55%Δ (6791 ton)

Berikut adalah hasil dari analisa tahanan pada MAXSURF 11.12 pada 55%Δ. Dari 3.6 terlihat bahwa pada kondisi 55%Δ variasi trim yang menghasilkan tahanan yang paling minimal adalah variasi trim pertama, yaitu pada Ta=5.35m dan Tf=3.74m. Tahanan yang dihasilkan pada variasi trim ini adalah 230760 N. Pada kondisi ini trim by bow tidak dianalisa tahnannya, hal ini dikarenakan pada saat kondisi trim by bow, terdapat bagian propeller yang berada di atas permukaan air sehingga tidak dilakukan analisa. Berikut adalah grafik yang menunjukkan rangkuman hasil tahanan pada masing-masing kondisi displasemen.

Tabel 3. 11  
 Hasil perhitungan daya dan konsumsi bahan bakar pada kondisi 55%Δ

	Trim by Stern				Even Keel
	1	2	3	4	5
BHP <sub>scr</sub>	3283.54	3301.94	3468.31	3525.06	3567.82
BHP <sub>scr</sub> (%)	46.64	46.90	49.27	50.07	50.68
n (rpm)	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
n (%)	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71
SFOC(gr/bhp.h)	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000
W <sub>fo</sub> (ton)	10.29	10.34	10.87	11.04	11.18

\*W<sub>fo</sub> dalam tabel merupakan berat bahan bakar tiap pelayaran dari Surabaya-Makassar (24.1 jam)

**B. Analisa Distribusi Daya dan Konsumsi Bahan Bakar**

Analisa distribusi daya dilakukan pada variasi trim masing-masing displasemen. Pada perhitungan distribusi daya, putaran propeller yang digunakan sama dengan putaran propeller yang digunakan ketika kondisi even keel. Hal ini dikarenakan beda putaran antara even keel dengan kondisi lainnya terpaut satu atau dua rpm, sehingga digunakan putaran yang sama pada semua variasi trim pada masing-masing displasemen.

Sedangkan analisa konsumsi bahan bakar dilakukan dengan jarak pelayaran yang diambil adalah jarak pelayaran terjauh dari kapal MERATUS TANGGUH 2 yaitu pelayaran dari Surabaya ke Makassar sebesar 416 mil.

**1) Analisa pada 100%Δ (12347 ton)**

Berikut adalah hasil dari analisa distribusi daya dan konsumsi bahan bakar pada 100%Δ. Dari tabel 3.7 dapat dilihat daya yang paling minimal pada kondisi 100%Δ adalah pada saat variasi trim pertama, yaitu pada Ta=8.64m dan Tf=6.99m yang membutuhkan daya sebesar 5659.35 Hp. Sedangkan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk kondisi trim ini adalah 17.54 ton.

Walaupun pada kondisi 100%Δ variasi trim pertama tidak menghasilkan tahanan yang paling minimal, namun pada variasi trim pertama mempunyai nilai J yang lebih besar sehingga menghasilkan KQ yang lebih kecil sehingga menghasilkan daya yang lebih kecil juga. Nilai dari J dipengaruhi oleh nilai dari Va, sedangkan nilai Va dipengaruhi oleh nilai w (wake friction). Pada variasi trim ini, nilai w adalah 0.306. Sedangkan pada variasi 9 yang menghasilkan tahanan paling minimal, nilai w adalah 0.31 sehingga nilai w dari variasi trim satu lebih kecil dari pada variasi trim ke sembilan.

**2) Analisa pada 95%Δ (11730 ton)**

Berikut adalah hasil dari analisa distribusi daya dan konsumsi bahan bakar pada 95%Δ. Dari tabel 3.8 dapat dilihat daya paling minimal pada kondisi 95%Δ adalah pada saat variasi trim pertama, yaitu pada Ta=8.3m dan Tf=6.61m yang membutuhkan daya sebesar 5257.52 Hp. Sedangkan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk kondisi trim ini adalah 16.28 ton.

**3) Analisa pada 90%Δ (11112 ton)**

Berikut adalah hasil dari analisa distribusi daya dan konsumsi bahan bakar pada 90%Δ. Dari tabel 3.9 dapat dilihat daya yang paling minimal pada kondisi 90%Δ adalah pada saat variasi trim pertama, yaitu pada Ta=7.95m dan Tf=6.24m yang membutuhkan daya sebesar 4884.88 Hp.

Sedangkan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk kondisi trim ini adalah 15.14 ton.

**4) Analisa pada 75%Δ (9260 ton)**

Berikut adalah hasil dari analisa distribusi daya dan konsumsi bahan bakar pada 75%Δ. Dari tabel 3.10 dapat dilihat daya yang paling minimal pada kondisi 75%Δ adalah pada saat variasi trim pertama, yaitu pada Ta=6.92m dan Tf=5.22m yang membutuhkan daya sebesar 4777.8 Hp. Sedangkan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk kondisi trim ini adalah 14.81 ton.

**5) Analisa pada 55%Δ (6791 ton)**

Berikut adalah hasil dari analisa distribusi daya dan konsumsi bahan bakar pada 55%Δ. Dari tabel 3.11 dapat dilihat daya yang paling minimal pada kondisi 55%Δ adalah pada saat variasi trim pertama, yaitu pada Ta=5.35m dan Tf=3.74m yang membutuhkan daya sebesar 3283.5 Hp. Sedangkan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk kondisi trim ini adalah 10.29 ton.

**IV. KESIMPULAN/RINGKASAN**

1. Variasi trim yang menghasilkan tahanan total paling minimum pada 5 kondisi displasemen adalah sebagai berikut:

- ✓ 100%Δ (12347 ton)  
 Tahanan yang paling minimal adalah pada variasi trim ke sembilan yaitu pada Ta=7m dan Tf=8.64m. Tahanan yang dihasilkan pada variasi trim ini adalah 347457 N. Hal ini dikarenakan pada kondisi displasemen ini area *transom* dari kapal banyak tercelup di air ketika *trim by stern* sehingga menimbulkan tahanan tambahan
- ✓ 95%Δ (11730 ton)  
 Tahanan yang paling minimal adalah pada variasi trim pertama yaitu pada Ta=8.304m dan Tf=6.611m. Tahanan yang dihasilkan pada variasi trim ini adalah 315722 N.
- ✓ 90%Δ (11112 ton)  
 Tahanan yang paling minimal adalah pada variasi trim pertama yaitu pada Ta=7.948m dan Tf=6.245m. Tahanan yang dihasilkan pada variasi trim ini adalah 294018 N.
- ✓ 75%Δ (9260 ton)  
 Tahanan yang paling minimal adalah pada variasi trim pertama yaitu pada Ta=6.92m dan Tf=5.22m. Tahanan yang dihasilkan pada variasi trim ini adalah 255205 N.
- ✓ 55%Δ (6791 ton)  
 Tahanan yang paling minimal adalah pada variasi trim pertama yaitu pada Ta=5.35m dan Tf=3.74m. Tahanan yang dihasilkan pada variasi trim ini adalah 230760 N.

2. Variasi trim yang menghasilkan konsumsi bahan bakar paling minimal pada kondisi 5 kondisi trim adalah sebagai berikut:

- ✓ 100%Δ (11730 ton)  
 Variasi trim yang menghasilkan konsumsi bahan bakar yang paling minimal adalah pada variasi trim pertama (Ta=8.64m dan Tf=6.99m) dengan konsumsi bahan bakar sebesar 17.54 ton.
- ✓ 95%Δ (12347 ton)  
 Variasi trim yang menghasilkan konsumsi bahan bakar

yang paling minimal adalah pada variasi trim pertama ( $T_a=8.3m$  dan  $T_f=6.61m$ ) dengan konsumsi bahan bakar sebesar 16.28 ton.

✓ 90% $\Delta$  (11112 ton)

Variasi trim yang menghasilkan konsumsi bahan bakar yang paling minimal adalah pada variasi trim pertama ( $T_a=7.95m$  dan  $T_f=6.24m$ ) dengan konsumsi bahan bakar sebesar 16.18 ton.

✓ 75% $\Delta$  (9260 ton)

Variasi trim yang menghasilkan konsumsi bahan bakar yang paling minimal adalah pada variasi trim pertama ( $T_a=6.92m$  dan  $T_f=5.22m$ ) dengan konsumsi bahan bakar sebesar 14.81 ton.

✓ 55% $\Delta$  (6791 ton)

Variasi trim yang menghasilkan konsumsi bahan bakar yang paling minimal adalah pada variasi trim pertama ( $T_a=6.92m$  dan  $T_f=5.22m$ ) dengan konsumsi bahan bakar sebesar 10.29 ton.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adji, S.W. 2005. "Engine Propeller Matching"
- [2] Setiawan, B.2000. "Modul Ajar Trim"
- [3] Holtrop, J. "An Approximate Power Prediction Method"
- [4] Waterway development, safe waterways
- [5] Ship & Offshore | GreenTech, Efficient adjustment of propulsion power