

Pengaruh Model Bangunan Atas Terhadap *Resistance* Pada Kapal Tanker 17500 Dwt

Nur Ainy Suntoro, Dedy wahyudi, Betty ariani

Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Indonesia

Email :suntoro.nurainy@gmail.com/ nur.ainy.suntoro-2015@ft.um-surabaya.ac.id

Abstract-Pada umumnya bangunan atas pada kapal tanker didesain dengan bentuk standart. Bentuk bangunan atas yang standart tersebut mempengaruhi besarnya tahanan angin yang diterima kapal ketika kapal sedang berlayar. Pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap bentuk bangunan atas kapal tanker bertujuan mengurangi besarnya tahanan angin yang diterima sehingga dapat menghemat konsumsi bahan bakar kapal. Setelah melakukan analisa dan perhitungan diperoleh tahanan kapal total dengan bentuk bangunan atas *original* sebesar 400,7 kN, dengan bentuk bangunan atas *straight* sebesar 393,731 kN, dan dengan bentuk bangunan atas *curve* sebesar 365,616 kN. Dan diperoleh konsumsi bahan bakar dari perhitungan sebesar *original* 703,30 kg/h, *straight* 691,06 kg/h, *curve* 642,72 kg/h. Dari perolehan tersebut terjadi penurunan tahanan dan konsumsi bahan bakar *original* terhadap *straight* sebesar 1,74% dan terhadap *curve* 8,75%

Kata kunci : Hambatan, Bangunan Atas, *Computational Fluid Dynamics*, Pressure, Konsumsi Bahan Bakar

I. PENDAHULUAN

Kinerja kapal-kapal tanker penting diketahui karena tuntutan efisiensi biaya. Kinerja operasional kapal masih harus ditingkatkan, antara lain konsumsi bahan bakar yang belum optimal. Konsumsi bahan bakar kapal tanker juga dipengaruhi oleh bentuk dari kapal itu sendiri dan tahanan yang diterima.

Pada dasarnya tahanan kapal dibagi menjadi dua yaitu tahanan yang berada di atas permukaan air dan tahanan yang berasal dari bawah permukaan air. Tahanan yang di atas permukaan air adalah yang bekerja pada bagian badan kapal yang kelihatan di atas permukaan air, disini pengaruh adanya udara yang mengakibatkan timbulnya hambatan. Tahanan udara diartikan sebagai Tahanan yang dialami oleh bagian badan kapal utama yang berada diatas air dan bangunan atas (*Superstructure*) dan karena gerakan kapal diudara. Tahanan ini tergantung pada kecepatan kapal dan luas serta bentuk bangunan atas tersebut. Jika angin bertiup maka tahanan tersebut juga akan tergantung pada kecepatan angin dan arah relatif angin terhadap kapal. Maka banyak sekali inovasi bentuk bangunan kapal untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

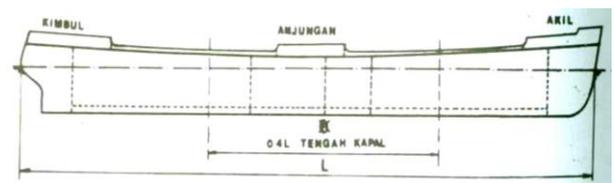
Pada umumnya bangunan atas pada kapal tanker didesain dengan bentuk standart. Bentuk bangunan atas yang standart tersebut mempengaruhi besarnya tahanan angin yang diterima kapal ketika kapal sedang

berlayar, karena bentuk luas penampang depan kapal yang relative datar. Pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap bentuk bangunan atas kapal tanker dengan membuat model merubah bentuk bangunan atas yang semula *original* dengan model *straight* dan model *curve*, diharapkan mampu mengurangi besarnya tahanan angin yang diterima sehingga dapat menghemat konsumsi bahan bakar kapal dan dapat diketahui mana yang memiliki nilai yang paling kecil dari ketiga model tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Konstruksi Bangunan Atas dan Geladak

Bangunan atas yang efektif adalah semua bangunan atas yang terletak di atas geladak menerus teratas, membentang sampai daerah 0,4 L bagian tengah kapal, dan panjangnya melebihi 0,15 L (Gambar 1). Dalam kaitan ini, pelat kulit lambung harus diteruskan sampai ke geladak bangunan atas, sehingga pelat sisi bangunan atas ini dapat diperlakukan sebagai pelat kulit dengan geladak sebagai geladak kekuatan.



Gambar 1 Letak kimbul anjungan dan akil pada kapal

Disebut bangunan atas yang tidak efektif, jika terletak di luar 0,4 L bagian tengah kapal atau mempunyai panjang kurang dari 0,15 L atau kurang dari 12 m. Persyaratan lain dari bangunan atas adalah bangunan tersebut harus mempunyai lebar, selebar kapal setempat. Selain bangunan atas, kapal mempunyai bangunan lain yang disebut rumah geladak. Disebut rumah geladak karena bangunan ini terletak di luar 0,4 L bagian tengah kapal atau mempunyai panjang lebih kecil dari 0,2 L atau 15 m dan sisi-sisinya tidak selebar kapal. Bangunan ini diletakkan paling sedikit 1,6 kali jarak normal gading-gading (A0).

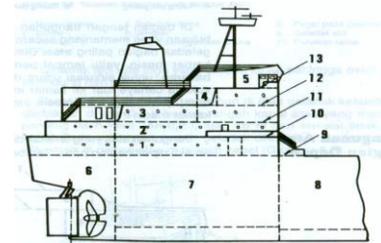
Tabel 1 Penentuan Lokasi Sekat Ujung Bangunan Atas Kapal

Jenis Bangunan	Lokasi Sekat Ujung	Penguat dalam %	
		Geladak kekuatan dan pelat lajur atas	Pelat sisi bangunan atas
Efektif	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dalam batas 0.4L bagian tengah kapal ➤ Antara 0.4 s/d 0.5 L bagian tengah kapal 	50	25
		30	20
Tidak efektif	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dalam batas 0.4 L bagian tengah kapal ➤ Antara 0.4 s/d 0.5 L bagian tengah kapal 	25	10
		20	10

Pada ujung-ujung bangunan atas, tebal pelat lajur atas, geladak kekuatan selebar 0,1 B dari pelat kulit dan pelat sisi bangunan atas harus dipertebal. Sesuai dengan perincian menurut tabel di atas, penebalan ini meliputi empat kali jarak gading (a0) ke depan dan ke belakang dari sekat ujung bangunan atas di daerah 0,5 L tengah kapal. Bila terletak di luar 0,5 L tengah kapal, tidak diperlukan adanya penguatan. Jika di atas geladak kekuatan ada bangunan atas yang tidak efektif dan di atasnya lagi ditambah bangunan atas, tebal pelat geladak yang paling bawah dapat dikurangi 10%.

Bangunan atas bagian belakang

Bangunan atas bagian belakang yang ada di kapal disebut kimbul. Lebar kimbul biasanya selebar kapal dan terletak pada geladak kekuatan bagian belakang atau buritan kapal. Peletakan dan bagian-bagian kimbul diperlihatkan pada Gambar di bawah ini.



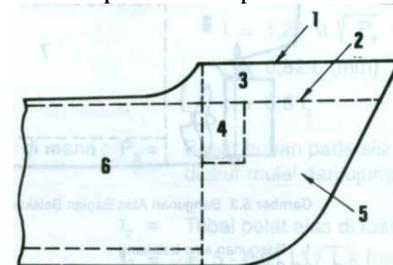
Gambar 2 Bangunan atas pada buritan

- 1. Bangunan atas belakang
- 2. Bangunan atas
- 3. Bangunan atas
- 4. Rumah geladak
- 5. Rumah geladak
- 6. Ceruk buritan
- 7. Kamar mesin
- 8. Ruang muat
- 9. Geladak utama
- 10. Geladak kimbul
- 11. Geladak jembatan
- 12. Geladak
- 13. Geladak navigasi

Pembagian ruang-ruang tersebut pada Gambar diatas adalah sebagian sketsa ruang akomodasi dan ruang navigasi pada bagian buritan kapal. Ruang akomodasi tersebut masih dibagi-bagi lagi sesuai dengan kebutuhan pelayaran. Misalnya, ruang peta, ruang radio, ruang kemudi, klinik, dan gudang makanan.

Bangunan atas pada haluan

Bangunan atas yang terletak di bagian depan disebut akil. Peletakan akil diperlihatkan pada Gambar dibawah,



Gambar 3 Bangunan atas pada depan

- 1. Geladak akil
- 2. Geladak utama
- 3. Akil
- 4. Bak rantai
- 5. Ceruk haluan
- 6. Ruang muat

Akil juga merupakan penerusan ke atas dari pelat kulit pada bagian depan kapal. Dengan adanya bangunan atas tersebut akan mengurangi masuknya air laut pada saat kapal bergerak maju. Ruangan pada akil digunakan untuk pergudangan, terutama untuk fasilitas peralatan pelayaran seperti tali-temali.

Kecepatan Angin Rata-rata Perairan Indonesia

Esebio A. S, S.Tr. (2019:9) menjelaskan bahwa arah angin terbanyak dalam periode bulan Juli 2018 s/d Juni

2019 adalah berasal dari arah 1400 s/d 1600 yang merupakan arah tenggara Nabire, yang merupakan area daratan tinggi dan pergunungan wilayah Nabire, dengan persentase terbesar 25.2 % yang terjadi pada bulan Mei 2018, sedangkan untuk kecepatan angin tertinggi rata-rata pada kecepatan 11 s/d 15 knots, dengan persentase terbesar 1.6 % yang terjadi pada bulan Juli 2018, Oktober 2018 dan Mei 2019. Kecepatan angin maksimum pada kecepatan 21 s/d 25 knots, dengan persentase terbesar 0.2 % yang terjadi pada bulan Desember 2018, Januari dan Juni 2019.

Tabel 2 Frekuensi (%) arah angin (dalam 300 derajat) & kecepatan angin (dalam knots) periode bulan Juli 2018 s/d Juni 2019

No	Bulan	Unsur Cuaca Angin			
		Arah Angin Terbanyak (Derajat)	Persen (%)	Kec. Angin Tertinggi (Knots)	Persen (%)
1	Juli	170 s/d 190	24.1	11 s/d 15	1.6
2	Agustus	170 s/d 190	27.9	11 s/d 15	1.0
3	September	170 s/d 190	21.8	11 s/d 15	0.4
4	Oktober	140 s/d 160	19.1	11 s/d 15	1.6
5	November	140 s/d 160	16.9	16 s/d 20	0.2
6	Desember	320 s/d 340	18.5	21 s/d 25	0.2
7	Januari	140 s/d 160	24.0	21 s/d 25	0.2
8	Februari	170 s/d 190	26.5	11 s/d 15	1.0
9	Maret	140 s/d 160	20.5	16 s/d 20	0.2
10	April	140 s/d 160	21.3	11 s/d 15	1.5
11	Mei	140 s/d 160	25.2	11 s/d 15	1.6
12	Juni	170 s/d 190	30.7	21 s/d 25	0.1
Jumlah			276.5		9.6
Rata-rata			23.0		0.8

Dari sample tersebut, dalam penelitian ini dipilih kecepatan angina sebagai hambatan terhadap kapal sebesar 20 knot.

III. METHODOLOGY

Tahapan dalam penelitian ini meliputi pengambilan data, analisis data, pengolahan data, pembahasan dan hasil, dan penarikan kesimpulan.

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain:

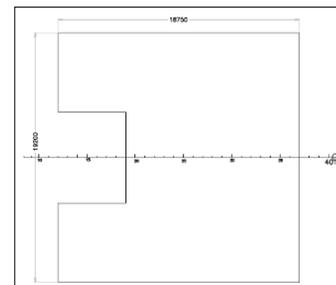
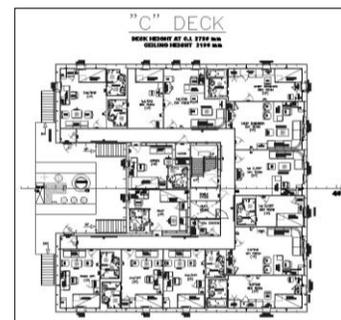
1. Data Kapal Rujukan

LOA (Length Over All)	: 157.00	Meter
LWL (Length of Water Line)	: 149.50	Meter
LBP (Length Between Perpendicular)	: 149.50	Meter
B (Breadth)	: 27.7	Meter
H (Height)	: 12.00	Meter
T (Draught)	: 7.00	Meter
Vmak	: 13	Knot
Type	: Kapal Tanker	

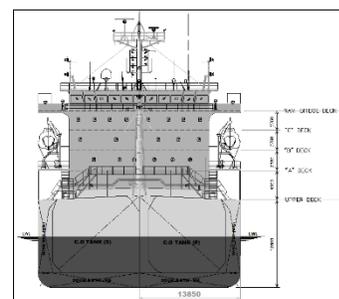
Sesuai data yang diperoleh dilapangan, maka dibuat model kapal dengan tidak merubah bentuk bangunan atas atau original.



Gambar 4 Model 3D bangunan atas full lambung



Gambar 5 Desain bangunan atas original tampak atas



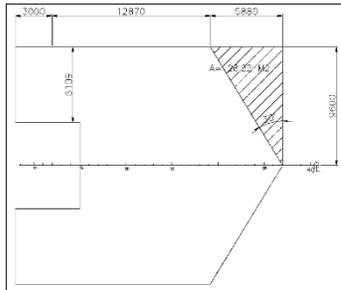
Gambar 6 Desain Bangunan Atas tampak Depan

Dengan bentuk penampang depan bangunan atas seperti gambar tersebut maka diperoleh luasan bangunan atas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 A &= P \times l \\
 &= 19,2 \times 12,3 \\
 &= 236,16 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

2. Modifikasi Bangunan Atas Model Straight

Dalam model ini dilakukan modifikasi dengan mengurangi luas penampang depan bagian bangunan atas sebesar $A=28,22 \text{ m}^2$ dengan memberikan sudut sebesar 30° .



Gambar 7 Desain Bangunan Atas Model Straight

Dengan bentuk penampang depan bangunan atas seperti gambar tersebut maka diperoleh luasan bangunan atas sebagai berikut :

Untuk mendapatkan sisi miring menggunakan rumus,

$$\sin \alpha = \text{sisi depan} / \text{sisi miring}$$

$$\sin 30^\circ = 5,88 / x$$

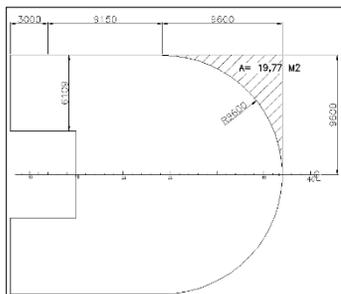
Maka, diperoleh hasil nilai x sebesar $11,76 \text{ m}$

Sehingga luas penampang depan bangunan atas tersebut adalah :

$$\begin{aligned} A &= 2 (P \times l) \\ &= 2 (11,76 \times 12,3) \\ &= 289,30 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Model Curve

Dalam model ini dilakukan modifikasi dengan mengurangi luas penampang depan bagian bangunan atas sebesar $A=19,77 \text{ m}^2$ dengan memberikan radius sebesar $9,6 \text{ m}$.



Gambar 8 Desain Bangunan Atas Model Curve

bentuk penampang depan bangunan atas seperti gambar tersebut maka diperoleh luasan bangunan atas sebagai berikut :

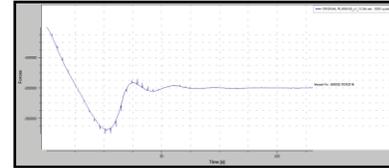
Untuk mendapatkan luasan sisi depan menggunakan rumus setengah selimut tabung,

$$A = \frac{1}{2} (2 \cdot \pi \cdot r \cdot t)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} (2 \cdot 3,14 \cdot 9,6 \cdot 12,3) \\ &= 370,77 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Hasil Running Menggunakan Aplikasi CFD

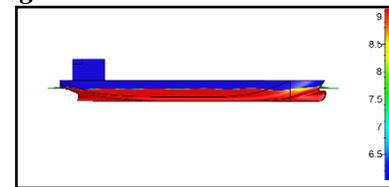
Model Curve Resistance Hull Original



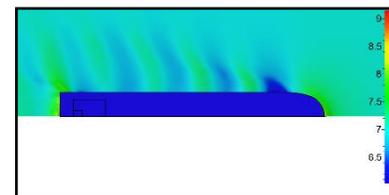
Gambar 9 Grafik Resistance Total kapal

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa resistance menunjukkan angka sebesar 200352.7 N atau 200.3527 kN . Perlu diketahui bahwa dalam running CFD Hull yang diimport ke Fine Marine software ini adalah simetris, maka dari itu yang dirunning adalah salah satu sisi saja.

Hull Original



Gambar 10 CFD Overview Tampak Samping



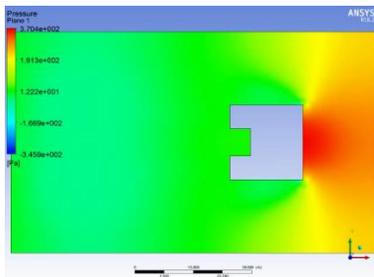
Gambar 11. CFD Overview Tampak Atas

Oleh karena itu, maka data dari grafik resistance tersebut harus dikalikan 2 untuk memperoleh total resistance masing-masing model.

$$\begin{aligned} \text{Hull Original} &= 200.3527 \text{ kN} \times 2 \\ &= 400.7 \text{ kN} \end{aligned}$$

Setelah melakukan perancangan desain bangunan atas, maka dilakukan permodelan dalam software CFD, dengan memasukkan kecepatan angin sebesar 20 knot (sample kec. Angin di nabire) sebagai pressure berlawanan arah kapal. Dari proses running yang dilakukan didapatkan hasil yang menunjukkan besarnya pressure pada setiap model yang dibuat. Berikut merupakan hasil yang menunjukkan pressure dari setiap model:

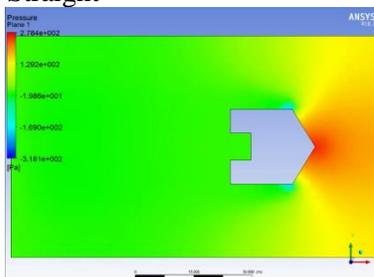
- a. Model Original



Gambar 12 Running CFD bangunan atas original

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pressure tertinggi menunjukkan angka sebesar 370,40 Pa.

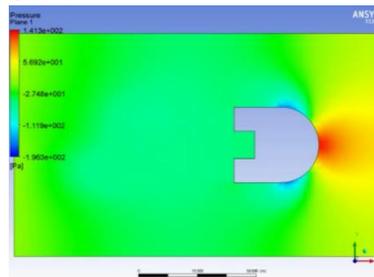
b. Model Straight



Gambar 13 Running CFD bangunan atas straight

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pressure menunjukkan angka sebesar 278,40 Pa.

c. Model Curve



Gambar 14 Running CFD bangunan atas curve

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pressure menunjukkan angka sebesar 141,30 Pa.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang diperoleh tersebut maka dapat dihitung nilai Resistance dengan rumus :

$$R_{\text{bangunan atas}} = P \times A$$

Maka,

- Model Original
 $R = 370,40 \times 236,16$

$$= 87473,664 \text{ N}$$

$$= 87,473 \text{ kN}$$

Jika R_{total} dari bangunan atas original + lambung adalah sebesar 400,7 kN, maka nilai $R_{\text{lambung}} = 400,7 - 87,473 = 313,227 \text{ kN}$

- Model Straight
 $R = 278,40 \times 289,30$
 $= 80540,006 \text{ N}$
 $= 80,504 \text{ kN}$
 $R_{\text{total}} = 313,227 + 80,504$
 $= 393,731 \text{ kN}$

- Model Curve
 $R = 141,30 \times 370,77$
 $= 52389,970 \text{ N}$
 $= 52,389 \text{ kN}$
 $R_{\text{total}} = 313,227 + 52,389$
 $= 365,616 \text{ kN}$

Dari nilai resistance tersebut maka dapat dicari nilai Ehp kapal,

$$Ehp = Rt \times V$$

Dimana:

Rt = Total resistance (kN)

V = Kecepatan kapal (m/s)

Dari perolehan data lapangan kecepatan kapal tersebut sebesar 13 knot, dengan konversi

$$1 \text{ knot} = 0.514444 \text{ m/s. maka : } 13 \times 0.514444 = 6.687772 \text{ m/s}$$

Maka didapatkan nilai Ehp sebagai berikut:

- Model Original
 $400,700 \text{ kN} \times 6.687772 \text{ m/s} = 2679,79 \text{ Hp}$
- Model Straight
 $393,731 \text{ kN} \times 6.687772 \text{ m/s} = 2633,18 \text{ Hp}$
- Model Curve
 $365,616 \text{ kN} \times 6.687772 \text{ m/s} = 2445,15 \text{ Hp}$

Analisa dan perhitungan dari hasil CFD

Berikut merupakan data hydrostatic table, karena yang berbeda hanya bangunan atas saja, maka nilai hydrostatic tidak akan berbeda tiap-tiap model.

Tabel 3 Hydrostatic Table

Measurement	Value	Units
Displacement	22990	t
Volume (displaced)	22429,046	m ³
Draft Amidships	7	m
Immersed depth	7	m

WL Length	146,775	m
Beam max extents on WL	27,7	m
Wetted Area	5483,03	m ²
Max sect. area	192,273	m ²
Waterpl. Area	3832,22	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0,795	
Block coeff. (Cb)	0,788	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,993	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,943	
LCB length	76,291	from zero pt
LCF length	72,691	from zero pt
LCB %	51,978	from zero pt
LCF %	49,525	from zero pt
KB	3,776	m
KG fluid	0	m
BMt	10,474	m
BML	274,717	m
GMt corrected	14,25	m
GML	278,492	m
KMt	14,25	m
KML	278,492	m

- Menghitung Wake Friction (W)
 Pada perencanaan ini digunakan tipe single screw propeller sehingga nilai w, sebagai berikut:
 $W = 0,5 C_b - 0,05$
 $= (0,5 \times 0,788) - 0,05$
 $= 0,344$
- Menghitung Thrust Decuction Factor (T)
 Dari nilai W, maka dapat dicari nilai t dengan perhitungan sebagai berikut:
 $T = k \times W \rightarrow$ nilai k antara 0,7 – 0,9 diambil 0,7
 $= 0,7 \times 0,344$
 $= 0,24$
- Menghitung Speed Of Advance (Va)
 $V_a = (1 - W) \times V_s$
 $= (1 - 0,3) \times 6,687772$
 $= 4,68 \text{ m/s}$
- Menghitung Efisiensi Propulsif
 - a. Efisiensi Relatif Rotatif (η_{rr})
 Harga η_{rr} untuk kapal dengan propeller tipe single screw berkisar 1.02-1.05. pada perencanaan

propeller dan tabung poros propeller ini diambil harga η_{rr} sebesar =1,05

- b. Efisiensi Propulsi (η_p)
 nilainya antara 40 -70 % dan diambil 50 %

- c. Efisiensi Lambung (η_H)
 $(\eta_H) = (1 - t) / (1 - w)$
 $= (1 - 0,24) / (1 - 0,344)$
 $= 1,16$

- d. Coefisien Propulsif (P_c)
 $(P_c) = \eta_{rr} \times \eta_p \times \eta_H$
 $= 1,05 \times 50\% \times 1,16$
 $= 0,609$

- Menghitung Daya Pada Tabung Poros Buritan Baling-Baling (Dhp)
 Daya pada tabung poros baling-baling dihitung dari perbandingan antara daya efektif dengan koefisien propulsive, sebagai berikut:

$$DHP = E_{hp} / P_c$$

Maka,

- Hull Original
 $DHP = 2679,79 / 0,609$
 $= 4400,31 \text{ HP}$
- Hul Straight
 $DHP = 2633,18 / 0,609$
 $= 4323,77 \text{ HP}$
- Hull Curve
 $DHP = 2445,15 / 0,609$
 $= 4015,02 \text{ HP}$

- Menghitung Daya Pada Poros Baling-Baling (Shp)
 Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak dibagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah midship kapal mengalami losses sebesar 3%. Pada perencanaan ini kamar mesin terletak dibagian belakang kapal, sehingga akan mengalami losses atau efisiensi transmisi porosnya ($\eta_{\eta b}$) sebesar = 0,98

Jadi,

$$SHP = DHP / \eta_{\eta b}$$

Maka,

- a. Hull Original
 $SHP = 4400,31 / 0,98$
 $= 4490,11 \text{ HP}$
- b. Hull Straight
 $SHP = 4323,77 / 0,98$
 $= 4412,01 \text{ HP}$
- c. Hull Curve

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= 4015,02 / 0,98 \\ &= 4096,95 \text{ HP} \end{aligned}$$

• Menghitung Daya Penggerak Utama Yang Diperlukan

a. BHPscr

Adanya pengaruh efisiensi roda sistem gigi transmisi (η_G), pada penelitian ini memakai sistem roda gigi reduksi tunggal atau single reduction gears dengan loss 2% untuk arah maju, sehingga $\eta_G = 0,98$

Jadi,

$$\text{BHPscr} = \text{SHP} / \eta_G$$

Maka,

- Hull Original
 $\text{BHPscr} = 4490,11 / 0,98$
 $= 4581,74 \text{ HP}$
- Hull Straight
 $\text{BHPscr} = 4412,01 / 0,98$
 $= 4502,05 \text{ HP}$
- Hull Curve
 $\text{BHPscr} = 4096,95 / 0,98$
 $= 4180,56 \text{ HP}$

b. Sea Margin

Sea margin adalah peningkatan hambatan yang dipengaruhi oleh angin, daerah pelayaran, fouling hull or propeller, air dangkal, dll. Besaran sea margin berkisar 10% – 25%. Dalam hal ini menggunakan 15%.

$$\text{BHP total} = \text{BHPscr} + (\text{BHPscr} * 15\%)$$

$$\begin{aligned} \text{Hull Original} &= 4581,74 \text{ HP} + \\ &\quad (4581,74 \text{ HP} \times 15\%) \\ &= 4581,74 \text{ HP} + 687,26 \\ &= 5269,00 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hull Straight} &= 4502,05 \text{ HP} + \\ &\quad (4502,05 \text{ HP} \times 15\%) \\ &= 4502,05 \text{ HP} + 675,30 \\ &= 5177,35 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hull Curve} &= 4180,56 \text{ HP} + \\ &\quad (4180,56 \text{ HP} \times 15\%) \\ &= 4180,56 \text{ HP} + 627,08 \\ &= 4807,64 \text{ HP} \end{aligned}$$

Konsumsi Bahan Bakar

Berdasarkan data yang diperoleh dilapangan mengenai spesifikasi konsumsi bahan bakar dari Engine yang digunakan Kapal Tanker 17500 DWT sebagai berikut:

PT.PAL/PERTAMINA [2011/Chapter2:10]

menerangkan bahwa, “Specific fuel oil consumption at **SMCR : 179,0/kW hr + 5% tolerance Under Tier II limitation** This data is given in accordance with ISO 3046/1 conditions and using diesel oil with lower calorific value of 42.700 kJ/kg (10.200 kcal/kg)”

Maka,

$$\text{Fuel Consumption} = 179 \text{ g/kW hour} + (5\%)$$

Dengan speed yang sama dari hasil running ketiga model tersebut memiliki total Bhp yang berbeda. Maka kebutuhan bahan bakar tiap model dapat diasumsikan sebagai berikut:

a. **Model Original**

$$\begin{aligned} \text{Bhp} &= 5269,00 \text{ HP} \\ &= 3929,093 \text{ kW} \end{aligned}$$

Konsumsi bahan bakar pada saat kecepatan 13knot,

$$\begin{aligned} &= 179 \times 3929,093 \\ &= 703307,11 \text{ g/h} \\ &= 703,30 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

b. **Model Straight**

$$\begin{aligned} \text{Bhp} &= 5177,35 \text{ HP} \\ &= 3860,74 \text{ kW} \end{aligned}$$

Konsumsi bahan bakar pada saat kecepatan 13knot,

$$\begin{aligned} &= 179 \times 3860,74 \\ &= 691067,09 \text{ g/h} \\ &= 691,06 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

c. **Model Curve**

$$\begin{aligned} \text{Bhp} &= 4807,64 \text{ HP} \\ &= 3585,05 \text{ kW} \end{aligned}$$

Konsumsi bahan bakar pada saat kecepatan 13 knot,

$$\begin{aligned} &= 179 \times 3585,05 \\ &= 641723,61 \text{ g/h} \\ &= 641,72 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa dari model-model bangunan atas pada kapal tanker 17500 DWT dengan simulasi CFD (Comoutational Fluid Dynamics), yang telah diuraikan pada BAB IV dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada ketiga model tersebut didapatkan nilai – nilai berikut ini:

	Original	Straight	Curve
Resistance (kN)	400,7	393,731	365,616
Ehp (Hp)	2679,79	2633,18	2445,15
DHP (Hp)	4400,31	4323,77	4015,02

SHP (Hp)	4490,11	4412,01	4096,95
BHPscr (Hp)	4581,74	4502,05	4180,56
Sea Margin (Hp)	5269,00	5177,35	4807,64
Fuel Consumption (kg/h)	703,30	691,06	641,72

2. Pada model Original terhadap model Straight terjadi penurunan resistance sebesar 1,74%, sedangkan terhadap model Curve terjadi penurunan sebesar 8,75%.
3. Dari hasil tersebut didapatkan model yang memiliki resistance dan konsumsi bahan bakar paling kecil adalah model Curve karena bentuk depan bangunan atas yang berbentuk lengkung sehingga menerima hambatan yg paling kecil (bisa dilihat pada hasil simulasi) dan dihasilkan resistance paling kecil dan konsumsi bahan bakar paling kecil yaitu sebesar 365, 616 kN dan 641,72 kg/h.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kamaludin. 2011. Optimalisasi Konsumsi Bahan Bakar Kapal Skala Penuh Berdasarkan Analisa Uji Tarik Kapal Model. Universitas Indonesia.
- [2] Lewis, 1988. Principle Of Naval Architecture Vol Ii
- [3] Adji Suryo W, 2006. Pengenalan Sistem Propulsi Kapal,
- [4] Ppns. (2012). Materi Kuliah Perancangan Kapal (Dc). Surabaya. Ppns
- [5] Sampe, Esebio A, S.Tr. 2019. Analisis Arah & Kecepatan Angin Menggunakan Data Aerodrone Climatological Summary Di Landasan Pacu Bandar Udara Douw Aturure Nabire Periode Juli 2018 S/D Juni 2019. Stasiun Meteorologi Nabire. Pmg Pertama.
- [6] Pt.Pal/Pertamina. 2011. *Main Diesel Engine*. Chapter 2:10
- [7] Arham, Dedi I. 2011. Laporan Konstruksi Kapal Ii. Bab Ii: 34-38.
- [8] Avianto, Johan. 2012. Kapal Tanker. <https://Johanavianto.Wordpress.Com/2012/11/07/Kapal-Tanker/>
- [9] Harval, Sv. Aa.1974. Resistance And Propulsion Of Ships Akademisk Forlag, Copenhagen.
- [10] J. M. Journee. 2000. An Approximate Power Prediction Method Oleh J Holtrop And G. G. J. Mennen
- [11] Djabbar, M. Alham Dan Rosmani. 2011. "Tahanan Kapal", Depaartemen Pendidikan Dan Kebudayaan Universitas Hasanuddin.