

PEMANFAATAN TEKNOLOGI DIMPLE PADA LAMBUNG KAPAL UNTUK MENGURANGI TAHANAN KAPAL

Dhani Mishbah Firmanullah¹⁾, M Wahyu Firmansyah²⁾, Fandhika Putera Santoso³⁾

Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Email: dani_mf@ymail.com
Email: mwfiransyah@gmail.com
Email: fandhikame12@gmail.com

Abstract

Research in fluid mechanics are developed to decrease the resistance of the ships by the flow on the surface of wet surface area. Fluid on the wet surface area will be create a friction. One of solution to decrease the force of friction is modification itself. The applications of marine, resistance of the ship will be effect to the require power to move the ship on the service velocity. Decrease of the total resistance will be decrease the require power of the engine that affect to the oil consumption of the ship. Dimples is the basines that can modification the fluid flow on the wet surface area of the ships. It can reduce the total resistance. The purpose of this research are to know the information about best horizontal distance between each dimple, to know the value the friction coefficient, and the total resistance between dimple installation and non dimple or normal hull construction. The method on this research is the simulation using Computational Fluid Dynamics (CFD). Dimple using 0,5 m for diameter, 0,15 m for the depth, and 1,5 m for the vertical distance. The principle dimension for the length between perpendicular is 117 m, breadth 20 m, height 9,2 m, and draught 6,9 m. The variables is the horizontal distance with the value 3, 4, 5 m, velocity 8, 10, 12, 14, 16, 18 knots. The results of this research are the best distance is 4 m and can reduce the total resistance 16,48 %.

Keywords: Friction Force, Dimple, Computational Fluid Dynamics

1. PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang menentukan banyaknya kebutuhan bahan bakar kapal adalah tahanan kapal. Tahanan kapal yang terjadi akibat gaya gesek fluida terhadap lambung kapal akan menentukan besarnya daya mesin kapal untuk bekerja pada kecepatan dinas (V_s).

Hal yang mendasari adanya penelitian ini adalah pembuktian oleh penelitian sebelumnya. Penelitian tersebut memodifikasi permukaan pelat datar yang diberi *dimple*. Dari penelitian tersebut membuktikan bahwa pemasangan *dimple* akan mengurangi tahanan gesek oleh aliran fluida sebesar 17,6 % (Puji Kurniawan Nizar, 2011).

Dalam penelitian ini, dilakukan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu dengan mengaplikasikan *dimple* pada lambung kapal yang tercelup air. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi tahanan gesek yang terjadi pada lambung kapal.

Permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah:

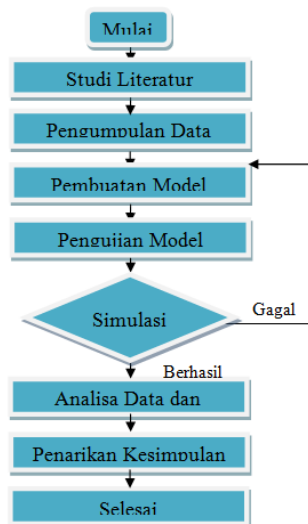
1. Bagaimana pengaruh jarak mendarat antar *dimple* terhadap tahanan kapal.
2. Bagaimana perubahan nilai koefisien gesekan sebelum dan setelah penambahan *dimple*
3. Bagaimana perubahan nilai tahanan sebelum dan setelah penambahan *dimple*.

Dalam program penelitian ini dirumuskan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui jarak mendarat terbaik antar *dimple* pada lambung kapal
2. Mengetahui nilai koefisien gesekan sebelum dan setelah penambahan *dimple*
3. Mengetahui nilai tahanan sebelum dan setelah penambahan *dimple*

2. METODE

Gambaran umum tentang pelaksanaan kegiatan digambarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data dari penelitian tentang analisa efek penggunaan *dimple* pada pelat datar dengan rasio diameter kecekungan yang sudah dianalisa. Adapun parameter pembuatan *dimple* adalah: (a). Kedalaman *dimple* = 0.15 m; (b). Diameter *dimple* = 0.5 m; Jarak vertikal antar *dimple* = 1.5 m.

Pembuatan Model

Pembuatan model dilakukan dengan menggunakan *software maxsurf* dimana model dibuat dengan data pada Tabel 4. Selanjutnya, model di ubah format sehingga dapat di operasikan pada *software CFD*, pada *software CFD* akan dibuat 4 model yaitu 1 model tanpa *dimple* dan 3 model dengan variasi jarak mendatar antar *dimple* yang dipasang pada seluruh bagian lambung yang tercelup air. Sebelum model disimulasikan, pada semua model tersebut dilakukan proses *meshing* se-proporsional mungkin.

Simulasi Model

Simulasi model dilakukan menggunakan *software CFD* setelah proses *meshing*, semua model selanjutnya disimulasikan dengan kecepatan kapal 8, 10, 12, 14, 16 dan 18 knot dengan jarak mendatar antar *dimple* 3,4,5 m. Dari simulasi tersebut data yang diambil adalah tegangan geser yang terjadi pada lambung kapal tersebut.

Analisa data dilakukan dengan berdasarkan pada hasil pengujian terkait

jarak mendatar antar *dimple* maupun nilai tahananannya.

Kesimpulan didapat dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dimana akan diambil data hasil penelitian yang menunjukkan nilai tahanan kapal terkecil dari parameter yang ada.

3. PEMBAHASAN

Perancangan Lines Plan Kapal

Hasil perancangan kapal berupa *Lines Plan* (Rencana Garis) seperti pada gambar 5. Dalam hasil perancangan *Lines Plan* terdiri dari tiga rencana yaitu *Body Plan*, *Half Breadth Plan*, dan *Sheer Plan*. Untuk ukuran utama kapal dan kecepatan dinas kapal dapat dilihat pada Tabel 4.

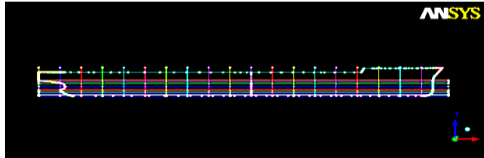
Tabel 1. Ukuran utama kapal *Container Carrier*

Panjang Kapal (m)	117
Lebar Kapal (m)	20
Tinggi Kapal (m)	9.2
Sarat kapal (m)	6.9
Kecepatan (Knot)	16
Koefisien Balok	0.67

Tabel 2. Variasi pemasangan *dimple* pada permukaan lambung kapal

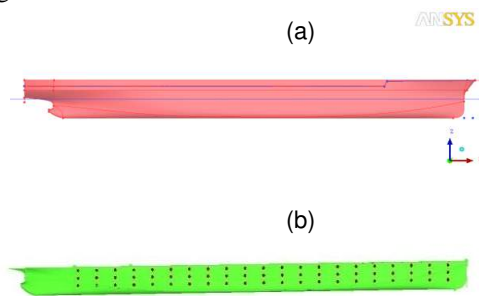
Pengujian ke	Jarak Antar <i>Dimple</i> (m)					Kecepatan Kapal (knot)				
	3	4	5	8	10	12	14	16	18	
1	√			√						
2	√				√					
3	√					√				
4	√						√			
5	√							√		
6	√								√	
7		√		√						
8		√			√					
9		√				√				
10		√					√			
11		√						√		
12		√							√	
13			√	√						
14			√		√					
15			√			√				
16			√				√			
17			√					√		
18			√						√	

Gambar 2 merupakan model dasar yang telah di konversi kedalam *software CFD* dari *software Maxsurf*. Selanjutnya, akan dibuat 4 model yang terdiri dari 1 model kapal tanpa *dimple* dan 3 model dengan *dimple*, adapun detail variasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Lines plan kapal yang dirancang

Dari adanya variasi pada tabel 2, maka bentuk pemodelan dapat dilihat pada gambar 3.

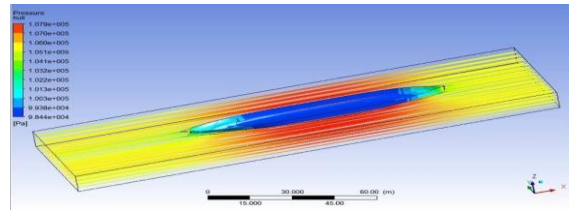


Gambar 3. Model Kapal (a) Tanpa *Dimple*
(b) Dengan *Dimple*

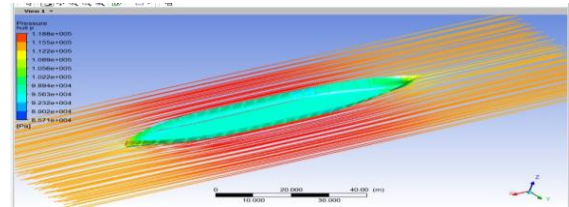
3.1. Analisa Aliran Fluida

Analisa aliran fluida ini digunakan untuk melihat perbandingan antara fluida yang melewati permukaan kapal dengan *dimple* dan non *dimple*. Berikut merupakan hasil yang didapat.

Dari Gambar 4 dan 5 diketahui perbedaan bahwa permukaan kapal yang menggunakan *dimple* pada kecepatan 16 knot memiliki aliran fluida yang lebih cepat (ditunjukkan oleh warna merah yang lebih gelap pada gambar 5). Aliran fluida yang mengalir lebih cepat tersebut membuktikan bahwa pelepasan aliran fluida pada permukaan lambung kapal lebih cepat dibanding dengan kapal normal.



Gambar 4. Model aliran yang melewati lambung kapal normal



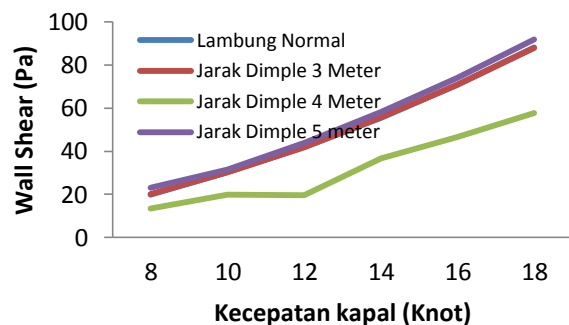
Gambar 5. Model aliran yang melewati lambung kapal setelah dipasang *dimple*

Analisa Tahanan Gesek (*Friction Resistance*) Hull

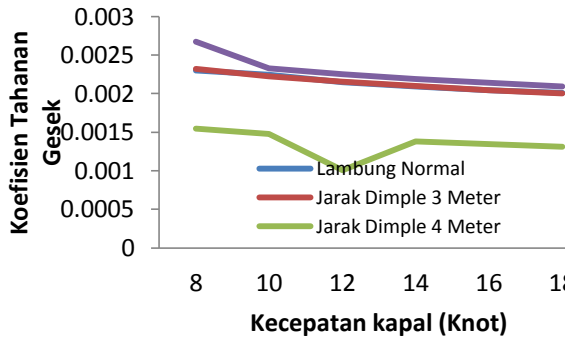
Setelah analisa aliran, maka tahapan berikutnya merupakan analisa nilai *Resistance* atau tahanan pada lambung kapal menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan didapatkan nilai *Area* dan *Wall Shear*. Dari nilai *Wall Shear* dan kecepatan dinas (*Vs*) tersebut dapat dicari nilai koefisien tahanan gesek dengan persamaan (2) dan (3) seperti perhitungan berikut:

$$C_F = \frac{\tau}{\frac{1}{2} \rho V^2} \dots \dots (4)$$

Kecepatan Kapal dan *Wall Shear*



Gambar 6. Grafik Perbandingan Kecepatan dan Koefisien Tahanan Gesek



Gambar 7. Grafik Perbandingan

Dengan membandingkan nilai koefisien tahanan gesek pada Gambar 10, maka diketahui bahwa penggunaan variasi jarak *dimple* yang terbaik adalah berjarak 4 meter. Pada jarak *dimple* 3 dan 5 meter, penambahan *dimple* akan memperbesar koefisien tahanan gesek sehingga akan mempengaruhi besarnya daya mesin dan konsumsi bahan bakar yang digunakan.

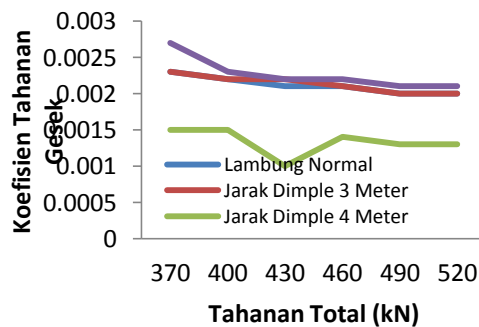
Jika dibandingkan antara koefisien tahanan gesek dengan beberapa variasi tersebut, maka berikut merupakan perbandingan tahanan total antara *dimple* dan non *dimple* pada *surface* lambung kapal.

Perbandingan Tahanan Total Non Dimple dan Menggunakan Dimple

Dengan menggunakan persamaan (3) didapatkan nilai tahanan total pada kapal baik yang menggunakan variasi cekungan dan kondisi normal. Berikut perhitungan dari nilai tahanan total kapal:

$$R_F = C_F \left(\frac{1}{2} \rho V^2 \right) S$$

Dengan nilai $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$ dan V_s sebesar 16 Knot.



Gambar 8. Grafik Perbandingan koefisien tahanan gesek dan tahanan total kapal

Gambar 8 merupakan hasil grafik perhitungan tahanan kapal dari variasi dengan menggunakan metode Harvald. Pengurangan tahanan pada *dimple* jarak 4 meter pada kecepatan dinas kapal adalah sebesar 16,48% dari tahanan lambung kapal normal pada kecepatan dinas kapal yang sama.

Pengurangan tahanan ini akan mempengaruhi daya mesin yang dipasang pada kapal. Perhitungan perbandingan pemilihan daya mesin dari tahanan total yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Biaya dan

Biaya	Rp 65,519,519	
Selisih Pemakaian BB (ton)	5.5133	
Kebutuhan BB/day (ton)	33.37	27.85
SFOC	180	180
Engine	WARTSILA W12V32 [6000 kW]	
BHP_{max} (HP)	5941.3	4959.6
SHP (kW)	4949.1	4131.4
DHP (kW)	4850.2	4048.7
EHP (kW)	4316.9	3603.6
R_{laminar} (kN)	524.9	438.2
R_{total} (kN)	456.4	381.0

4. KE

- 1) Jar per yai dengan terbesar
- 2) Pro ges in jarak 4 m ad: koefisien in jarak 16 knot
- 3) Presentase pengurangan nilai tahanan total pada *dimple* dengan jarak 4 meter pada kecepatan dinas 16 knot adalah 16,48%.

5. REFERENSI

- Aziz Almujaahidin, Mohammad, 2012. *Eksperimen Pengaruh Cekungan yang Diterapkan pada Pelat Datar Terhadap Aliran Fluida*, Skripsi. ME – ITS Surabaya.
- Harvald, S A, 1983. *Resistance and Propulsion of ships*. Jhon Wiley and sons,toronto,Canada.

- Lewis, E V (editor , 1988). *Principle of naval Architecture ;Vol 2, Resistance and Propulsion*. The society of Naval Architects and Marine Engeeners,New Jersey, USA.
- Popov, E P, 1986. *Mechanic of Materials*. University Of California, Berkeley, USA.
- Puji Kurniawan Nizar, 2011. *Analisa Pengaruh Cekungan yang Diterapkan pada Pelat Datar Terhadap Aliran Fluida untuk Mendukung Teknologi Maritim Pendekatan CFD*, Thesis. ME – ITS Surabaya.
- Streeter, V L, 1966. *Fluids Mechanics*. McGraw-Hill, New York, America.