

Hemat Bahan Bakar dengan Aplikasi Teknologi Pelumasan Udara pada Kapal Sep-Hull BV 1

Totok Triputrastyo Murwatono¹, Irfan Eko Sandjaja¹

Abstrak

Kapal Sep-Hull adalah kapal dengan menggunakan tipe *Surface Effect Planning Hull*, mempunyai dua bentuk “ V ” hull dan *flat hull* pada bagian tengahnya. Namun ini adalah bentuk badan kapal yang biasa dan sudah banyak, yang istimewa dari kapal ini adalah teknologi yang digunakan yaitu teknologi *air lubrication* (teknologi pelumasan udara). Melalui uji coba pada prototipe kapal ini dilakukan observasi tentang efektifitas teknologi pelumasan udara terhadap penghematan bahan bakar. Uji coba dilakukan dengan mengasumsikan indikator mesin (*trottle*) pada posisi tetap, pengukuran kecepatan dan konsumsi bahan bakar pada waktu pelayaran bervariasi serta pada dua kondisi yaitu berlayar tanpa teknologi pelumasan udara dan kondisi menggunakan teknologi tersebut. Dari hasil uji coba diperoleh informasi bahwa terdapat peningkatan kecepatan hingga 25 % dan pada saat yang lain diperoleh informasi bahwa terjadi penghematan bahan bakar hingga 13,34 %.

Kata kunci : *Surface Planning Hull, air lubrication technology, konsumsi bahan bakar*

Abstract

Sep-Hull is the ship with the Surface Effect Planning Hull type, has two "V" hull forms and flat hull at its center. But this is the usual form of the hull and had many, is so special about this ship is the Air Lubrication Technology used in this ship. Through trial on the prototype of ship was conducted observations about the effectiveness of air lubrication technology to fuel savings. The tests carried out by assuming the engine handler (trottle) in fixed position, measurements of velocity and fuel consumption at the time varies as well as on two conditions: sailing without air lubrication technology and conditions of use of such technology. From the test results obtained information that there is increased speed of up to 25 % and at the other times the obtained information that there is fuel savings of up to 13,34 %.

Keywords : *Surface Planning Hull, air lubrication technology, Fuel consumption*

PENDAHULUAN

Pada akhir-akhir ini energi dari mineral sudah semakin menipis, para peneliti dan engineer berlomba-lomba untuk mendapatkan suatu formula atau apapun yang bisa memperpanjang penggunaan energi ini, seperti penelitian mengarah pada energi alternatif sebagai calon pengganti energi mineral, dan cara-cara penghematan pada kendaraan yang beroperasi..

Kapal adalah salah satu sarana transportasi dari salah satu moda transportasi yang pada umumnya membutuhkan konsumsi bahan bakar yang sangat besar, selain karena memang tonasenya besar sehingga

dibutuhkan mesin dengan power besar.

Bermula dari dasar pemikiran bahwa komponen yang mempengaruhi penggunaan power adalah gaya hambatan badan kapal dan kecepatan kapal, jika diharapkan kapal berjalan dengan kecepatan yang tetap sesuai dengan harapan maka satu-satunya yang bisa dirubah atau diperbaiki adalah masalah gaya hambatan badan kapal.

Dasar pemikiran teknologi ini adalah melakukan manipulasi terhadap gaya hambatan badan kapal. Seperti telah diketahui bahwa salah satu komponen paling besar yang mempengaruhi gaya hambatan badan kapal adalah gaya hambatan karena

gesekanantara permukaan badan kapal dan air. Dan besarnya gaya gesek dengan air dipengaruhi oleh masa jenis air, sehingga untuk mengurangi gaya hambatan yang ditimbulkan dari gesekan dengan memberikan suatu media antara air dan permukaan badan kapal yang memiliki masa jenis lebih kecil dari air, yaitu udara.

Dengan menerapkan dasar-dasar tersebut dan mengaplikasikannya pada prototipe kapal Sep-Hull Bubble Vessel milik UPT. BPPH serta dilakukan uji coba dengan memperhatikan beberapa parameter, beberapa variabel dan kendala, sehingga didapatkan data-data dan informasi tentang pengaruh penggunaan teknologi ini pada penghematan bahan bakar.

TEORI

Komponen Gaya Tahanan

Gaya tahanan kapal terdiri dari komponen gaya gesek R_{frict} , gaya tahanan udara R_{air} , gaya tahanan kekasaran permukaan R_{rough} , dan gaya tahanan karena tonjolan R_{app} ,

$$R = R_{frict} + R_{air} + R_{Rough} + R_{app} \dots(1)$$

Sedangkan gaya gesek R_F dapat dirumuskan dengan menggunakan komponen/unsur viscosity / masa jenis fluida yang melingkupi badan kapal.

$$R_F = C_F \frac{1}{2} \dots S V^2 \dots(2)$$

Jika logika tersebut diuraikan dengan asumsi S_1 adalah luas permukaan badan kapal yang diselubungi pelumasan udara dan S_2 luas permukaan badan kapal yang diselubungi air laut akan terlihat seperti rumusan berikut,

$$R_F = R_{F1} + R_{F2}$$

$$R_F = C_F \left(\frac{1}{2} \dots_w S_1 V^2 + \frac{1}{2} \dots_a S_2 V^2 \right) \dots(3)$$

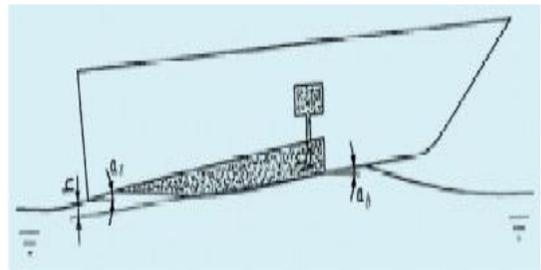
Sehingga dengan kecilnya \dots_a terhadap \dots_w maka akan menyebabkan kecilnya komponen gaya tahanan pada badan kapal yang terselubungi oleh udara.

Sistem Pelumasan Udara

Sistem pelumasan udara konsepnya adalah memberikan pelumasan atau bantalan udara yang berfungsi menyelubungi permukaan badan kapal yang tercelup air. Adapun yang diaplikasikan pada prototipe kapal Sep-Hull ini adalah memanfaatkan udara yang

terjebak karena adanya *step hull* pada bentuk kapal ini (gambar 1). Udara diinjeksikan ke tempat tersebut sehingga akan menyebabkan bertambahnya volume udara yang terperangkap dan akan bergerak kearah belakang karena gerakan kapal.

Aliran yang melewati sistem pelumasan udara dan mengalir keluar melalui nozzle-nozzle diasumsikan sebagai *compressible flow*.



Gbr 1. Sketsa Teknologi Pelumasan Udara

Menggunakan kesamaan aliran / *similarity of flow* sehingga menganut *Renould Number similarity* untuk aliran model dan prototipe *Froude Number similarity* digunakan untuk model dan prototipe kapal. Mengambil asumsi kesesuaian pada tebal lapisan udara pada badan kapal dengan *scale factor*.

Titik observasi pada ujung nozzle, jika tebal lapisan udara di bottom t_{udara} , debit udara yang disemprotkan nozzle Q_{udara} , kecepatan udara diasumsikan sama dengan kecepatan kapal V_{ship} , maka

$$R_e = \frac{\dots v D}{\dots} \dots(4)$$

$$t_{udara} = \frac{Q_{udara}}{B_{udara} V_{ship}} \dots(5)$$

Jika $L_p/L_m = \lambda$ adalah faktor skala, maka hubungan model dan prototype dapat diekspresikan sbb.,

$$t_{udara-prototipe} = \lambda \cdot t_{udara-model} \dots(6)$$

Jika diambil suatu asumsi bahwa aliran udara yang keluar dari nozzle harus sama dengan kecepatan air didepan lubang nozzle agar mendapatkan lapisan udara bukan berupa mikro bubble. Dan pada saat diam sebagai syarat agar udara yang disemprotkan bisa keluar dari nozzle adalah harus lebih besar dari tekanan hidrostatik didepan nozzle, jadi

$$P_n > \dots_w gh \dots\dots\dots(7)$$

Dan jika menurut teori venturi meter alat pengukur kecepatan fluida melewati pipa serta didasarkan pada persamaan Bernoulli didapat persamaan kontinuitas berikut,

$$Q = A_2 \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho \left(1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right)}} \dots\dots\dots(8)$$

Persamaan diatas akhirnya akan menunjukkan hubungan antara tekanan dan kecepatan fluida atau *flow rate*.

METODOLOGI

Metode observasi hemat bahan bakar yang digunakan pada uji coba prototipe kapal Sep-Hull dimulai dari observasi visual perilaku kapal sehingga diketahui kecepatan kapal yang akan dilaksanakan uji coba. Kemudian ditentukan alat ukur yang digunakan, dalam hal ini digunakan peralatan navigasi GPS untuk mengukur kecepatan kapal sedangkan waktu pelayaran digunakan stopwatch 2 buah.

Sebelum dilakukan uji coba hemat bahan bakar, ditentukan parameter pengujian, yaitu karena terdapat kendala menetapkan kecepatan kapal dan panjang lintasan secara akurat maka dilakukan dengan menetapkan posisi throttle (pengatur putaran mesin) pada posisi tertentu dan tetap selama pengujian serta waktu dengan interval tertentu. Dilakukan pengukuran dan pencatatan kecepatan kapal, panjang lintasan pelayaran dan waktu.

Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar yang digunakan dilakukan pengukuran dengan gelas ukur 2 liter, yaitu diukur sebanyak 4 buah tangki bensin masing-masing berisi 20 liter, masing-masing 2 buah tangki bensin digunakan untuk pelayaran dengan dan tanpa teknologi pelumasan udara. Sisa dari masing-masing pelayaran disimpan dan untuk kemudian diukur seperti sebelumnya. Pengurangan dari isi tangki bensin sebelum digunakan dan sesudah digunakan dalam pelayaran merupakan konsumsi bensin dari masing-masing pelayaran. Dari sini didapatkan data seperti tertulis pada bagian

selanjutnya.

Adapun kondisi pelayaran saat uji coba dilakukan seperti tertera pada tabel 1, dan masing-masing uji coba dilakukan baik dengan teknologi pelumasan udara maupun tidak mulai dari pengukuran bahan bakar yang akan digunakan kemudian uji coba serta pengukuran sisa bahan bakar selalu dilakukan dalam satu hari, hal ini untuk menghindari perbedaan cuaca yang exstem dan kemungkinan terjadinya penguapan dan lain-lain.

Tabel 1. Kondisi Pengujian

No.	Tanggal	Kondisi Lingkungan		
		Kec. Angin		Gelombang
		Min (knot)	Max (knot)	
1	19/10/2010	1	3	tenang
2	25/10/2010	1	8	bergelombang
3	25/10/2010	3	20	bergelombang

Tabel 2. Parameter Tekanan Udara

10 minute	Pressure (kpa)
1	192
2	182
3	181
4	181
5	191
6	182

KAJIAN HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada uji coba prototipe kapal Sep-Hull Bubble Vessel 1 yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan teknologi pelumasan udara terhadap kecepatan kapal sep-hull bubble vessel 1 telah dilakukan dengan cara mengukur kecepatan kapal tersebut pada saat tidak menggunakan teknologi pelumasan udara dan menggunakan teknologi pelumasan udara, kedua kondisi ini diukur pada variasi posisi throttle mesin disini menggunakan variasi 1 sampai dengan 7. Hasil dari pengukuran bisa dilihat pada Gambar 2, yang menunjukkan terjadi peningkatan kecepatan 3 % pada kecepatan tinggi

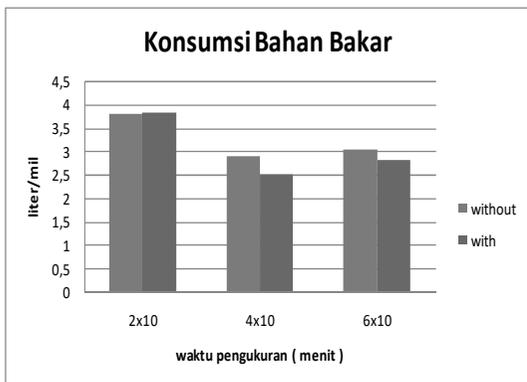
sekitar 40 km/jam atau sekitar 20 knots hingga 25 % pada kecepatan rendah sekitar 16 km/jam atau sekitar 8 knots.



Gbr 2. Pengaruh Terhadap Kecepatan

Dari hasil uji coba hemat bahan bakar yang di lakukan pada 3 kali masing-masing satu hari, sehingga diharapkan pada masing-masing pengukuran dilakukan pada kondisi yang hampir sama.

Pada pengujian pertama dengan dua kali pelayaran dengan arah utara dan selatan selat Madura dengan waktu pengujian masing-masing 10 menit, menunjukkan tidak terjadi penghematan / pemborosan hingga 0,5 % pada tekanan tertentu (tabel 2), yaitu konsumsi bahan bakar 3,82 liter/mil dan berlayar dengan kecepatan rata-rata 8 knots.



Gbr.3. Grafik Konsumsi Bahan Bakar vs Waktu

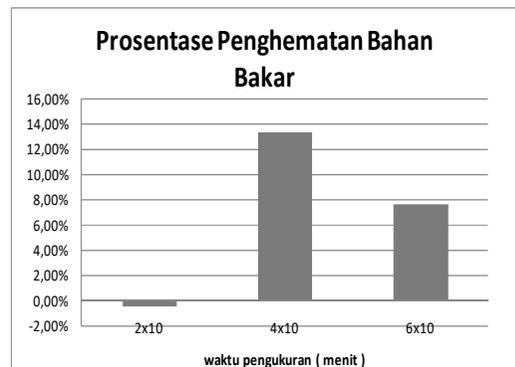
Kemudian pada pengujian ke dua diperpanjang waktu 4 kali 10 menit, seperti terlihat pada gambar 3, 4 dan 5 bahwa terjadi penghematan bahan bakar hingga 13,34 %, yaitu konsumsi bahan bakar 2,5 liter/mil pada kecepatan rata-rata 8,0 knots. Disini terlihat dengan nyata bahwa terjadi peningkatan penghematan

bahan bakar, hal ini dimungkinkan karena luas permukaan yang terlapiasi oleh udara dari teknologi pelumasan udara menjadi lebih luas sehingga gaya tahanan gesek juga semakin kecil.



Gbr 4. Penghematan Bahan Bakar vs Waktu

Untuk lebih memperjelas hubungan waktu pelayaran terhadap penghematan bahan bakar, dilakukan pengujian ketiga dengan menambahkan waktu pengujian menjadi 6 kali 10 menit dan hasilnya bisa dilihat pada gambar 3,4 dan 5. Penghematan bahan bakar pada pengujian ketiga ini mendekati 7,57 %, yaitu dengan konsumsi bahan bakar 2,81 liter/mil dari konsumsi bahan bakar tanpa teknologi pelumasan udara 3,05 liter/mil.



Gbr 5. Presentase Penghematan Bahan Bakar

Adapun gambaran dari kondisi dan situasi pada saat uji coba hemat bahan bakar prototipe kapal Sep-Hull dapat dilihat pada gambar 6, dengan kecepatan tersebut diatas kondisi kapal belum mengalami planning. Pada kecepatan tinggi kapal ini mengalami sinkage (gambar 7) sehingga sistem pelumasan udara nomer 1 (posisi 1) menjadi tidak berfungsi. Oleh karena itu untuk kecepatan tinggi

diperlukan perubahan letak atau posisi sistem pelumasan udara yang sesuai sehingga teknologi ini tetap bisa berfungsi pada kecepatan tinggi.



Gbr 6. Uji coba hemat bahan bakar



Gbr 7. Kondisi sinkage pada kecepatan 24 knots

KESIMPULAN

Berdasarkan dari kajian hasil uji coba hemat bahan bakar yang telah dilakukan pada prototipe kapal Sep-Hull yang mengaplikasikan teknologi pelumasan udara (*air lubrication technology*) bahwa sampai dengan tahapan ini telah diperoleh suatu informasi tentang efektifitas penggunaan teknologi ini untuk penghematan bahan bakar dengan angka yang cukup signifikan yaitu 13,34 %, namun masih pada kecepatan operasional tertentu 8 knots. Hal ini disebabkan karena terjadi *sinkage*. Untuk mengatasi hal tersebut pada tahapan selanjutnya akan dilakukan perubahan/penambahan sistem sehingga *sinkage* yang terjadi pada kecepatan tinggi menjadi lebih kecil dan konfigurasi sistem pelumasan udara tambahan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada rekan-rekan tim Sep-Hull yang telah melaksanakan

berbagai uji coba di laut. Juga saya ucapkan terimakasih kepada semua yang telah membantu dalam segala hal kegiatan Sep-Hull.

DAFTAR PUSTAKA

Binder, Raymond C (1973), *Fluid Mechanics, Fifth Edition*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

White, F M. (1979), "Fluid Mechanics ", *Mc. Graw-Hill Kogakusha, LTD.*

Kline, Stephen J.(1986), "Similitude and Approximation Theory", Springer-Verlag, New York,.

Chanson H and Murzyn F. (2008), " Froude Similitude and Scale Effects Affecting Air Entrainments in Hydraulics Jumps ", World Environmental and Water Resource Congress, Ahupua'a.

A Jamaludin dan B Ma'ruf (2009), " Kajian Eksperimental Disain Kapal *Sep-HULL* Sebagai Sarana Transportasi Di Perairan Pantai Dan Sungai", *MPI*, BPPT.