

Analisa Penerapan *Bow Type Axe* untuk Mengurangi Konsumsi Bahan Bakar pada Utility Vessel 48 Meter

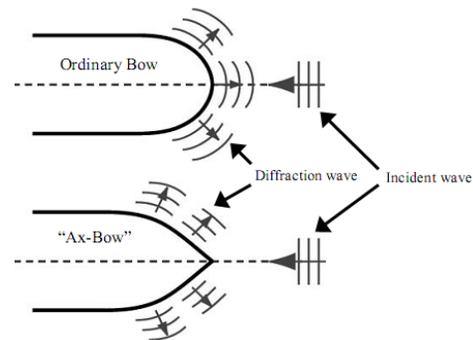
Agustinus Prastyawan, Agoes Santoso, dan Edy Jatmiko
Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: gusjadmiko@gmail.com

Abstract—Seiring dengan berjalannya waktu energi tidak terbarukan akan semakin berkurang dan pada akhirnya nanti akan habis. Krisis energi yang terjadi dapat menimbulkan reaksi negatif. Untuk mencegah krisis energi terjadi maka banyak inovasi yang dilakukan untuk melakukan penghematan. Salah satu inovasi yang dilakukan adalah pada sektor transportasi laut, hal ini dikarenakan kapal merupakan transportasi antar pulau dengan jumlah pengguna yang paling tinggi terlebih untuk Negara maritime seperti Indonesia. Utility vessel 48 meter dengan penerapan axe bow dapat mengurangi tahanan sebesar 1.23% dengan metode holtrop dan dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 40 liter/jam. Analisa penerapan axe bow tidak hanya baik dalam pengurangan tahanan tetapi juga baik dalam stabilitas, hal ini terbukti dengan memenuhi regulasi IMO chapter 3.

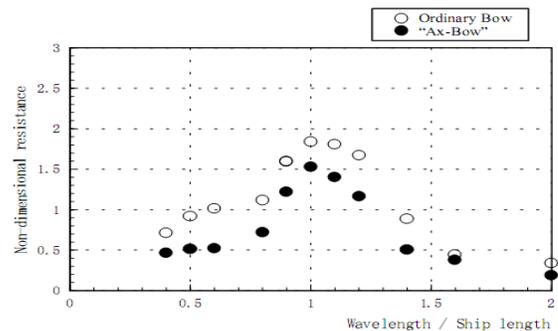
Kata kunci—Utility vessel 48 meter, Axe bow, Tahanan, Regulasi.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan berjalannya waktu energi tidak terbarukan akan semakin berkurang dan pada akhirnya nanti akan habis. Krisis energi yang terjadi dapat menimbulkan reaksi negatif. Tidak hanya merusak tatanan perekonomian tetapi juga dapat mengganggu kedamaian karena dapat memicu terjadinya persaingan antar negara untuk mendapatkan sumber-sumber energi yang masih tersedia. Untuk mencegah krisis energi terjadi maka banyak inovasi yang dilakukan untuk melakukan penghematan. Salah satu inovasi yang dilakukan adalah pada sektor transportasi laut, hal ini dikarenakan kapal merupakan transportasi antar pulau dengan jumlah pengguna yang paling tinggi terlebih untuk Negara maritime seperti Indonesia. Faktor yang membuat begitu banyaknya konsumsi bahan bakar pada transportasi laut adalah besarnya kebutuhan *power* yang digunakan untuk melawan hambatan gesek dan hambatan gelombang yang dialami oleh kapal. Untuk mendukung perkembangan perekonomian maka banyak penelitian yang sudah dilakukan untuk menciptakan sebuah inovasi. Penelitian yang dilakukan dapat berupa rekayasa teknik pada sistem penggerak atau rekayasa bentuk kapal. Sebagai bagian dari SDM bidang maritime maka penyusun memiliki tugas dan tanggung jawab untuk ikut terlibat dalam penelitian dan pengembangan teknologi di bidang maritime. Berdasarkan cita-cita tersebut maka penyusun mencoba menterjemahkan konsep dan penelitiannya pada rekayasa bentuk untuk mengurangi tahanan kapal Utility Vessel 48 meter.



Gambar. 1. Prinsip *Axe Bow*.



Gambar. 2. Pengurangan Tahanan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Ketika kapal berlayar pada gelombang yang besar maka gelombang tersebut akan pecah dan hambatan akan dialami oleh kapal. Hambatan pada kapal tergantung dari bentuk haluan kapal itu. Untuk kapal dengan bentuk haluan tumpul akan mengalami nilai tahanan yang besar dari pada kapal dengan bentuk haluan ramping. Dengan bentuk haluan kapal tumpul akan lebih besar kehilangan daya dan kecepatannya dapat berkurang. Untuk meningkatkan daya maka hambatan yang diterima harus dikurangi. Hasil dari studi tentang pengaruh haluan pada peningkatan tahanan menunjukkan bahwa cara yang paling efektif adalah dengan mempertajam bentuk haluan. Dengan mempertajam bentuk haluan maka gelombang yang datang dipantulkan sebagian besar ke samping, tidak ke depan sehingga mengurangi tahanan yang melawan laju kapal. Seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Hasil test gelombang menunjukkan bahwa axe bow mengurangi sebesar 20% sampai 30% di 166 amper seluruh rentang panjang gelombang. Hal ini dapat menurunkan 4% sampai 6% dari horsepower/konsumsi bahan bakar. Model test gelombang dilakukan untuk kedua model haluan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

III. METODE PENELITIAN

Pembangunan kapal niaga pada umumnya menggunakan Metode FOBS (*Full Outfitting Block System*) karena pada kapal niaga hamper 75% adalah ruang muat, maka metode FOBS (*Full Outfitting Block System*) adalah cara yang paling efektif (lihat Gambar 3).

IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Kapal yang digunakan pada penelitian ini adalah kapal *Utility Vessel* 48 meter (LIHAT Gambar 4).

Utility Vessel memiliki ukuran utama sebagai berikut :

- *Length of Overall (loa)* : 48,20 meter
- *Length of Water Line (lwl)* : 46,80 meter
- *Length of Perpendicular (lpp)* : 45,67 meter
- *Breadth (B)* : 11,20 meter
- *Height (T)* : 3,7 meter
- *Height Moulded (Tm)* : 18,22 meter

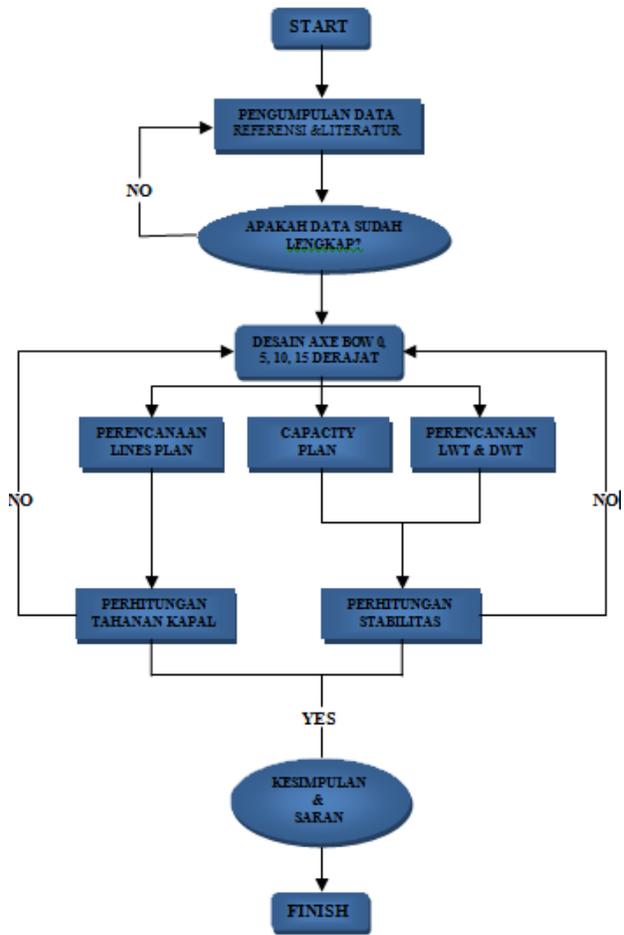
Permodelan yang telah dilakukan mempunya dampak yaitu perubahan displacement pada masing-masing kapal. Perbedaan displacement pada masing-masing kapal disajikan pada Tabel 1.

Acuan desain awal, *utility vessel* 48 meter direncanakan berkecepatan 12 knot dan kecepatan operasional 10 knot. Perencanaan speed power prediction dilakukan untuk mendapatkan daya mesin yang rendah dengan spesifikasi FOC. Hasil yang diperoleh dalam perhitungan tahanan dan propulsi kapal *Utility Vessel* 48 m dapat dilihat pada Tabel 2.

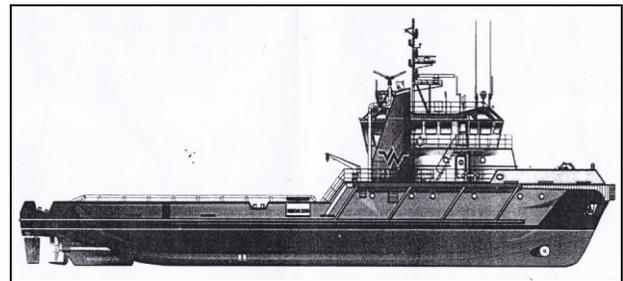
Berdasarkan kebutuhan daya yang sudah diketahui melalui metode *holtrop* maka selanjutnya akan dipilih *main engine*. Berdasarkan *main engine* ini akan dilihat pengurangan konsumsi bahan bakar dari *utility vessel* 48 meter (lihat Tabel 3).

Tabel 1. Perbandingan Ukuran Utama Kapal

Tipe model	Convent. bow	Axe bow	Axe bow 5 derajat	Axe bow 10 derajat	Axe Bow 15 derajat
Loa	48.6 meter	48.6 meter	48.6 meter	48.6 meter	48.6 meter
Lwl	46.80 meter	48.6 meter	48.34 meter	48.1 meter	47.84 meter
Lpp	45.67 meter	46.47 meter	46.22 meter	45.98 meter	45.73 meter
B	11 meter	11 meter	11 meter	11 meter	11 meter
H	6.2 meter	6.2 meter	6.2 meter	6.2 meter	6.2 meter
T	2.751 meter	2.751 meter	2.751 meter	2.751 meter	2.751 meter
Cb	0.697	0.65	0.653	0.653	0.653
Cp	0.772	0.723	0.723	0.724	0.724
Cm	0.903	0.9	0.903	0.903	0.903
Disp	996.3 ton	966.08 ton	969.69 ton	969.42 ton	969.41 ton
Lcb	49.02% of FP	52.27 % of FP	52.29% of FP	52.27% of FP	52.27% of FP



Gambar. 3. Flow Chart Penelitian.



Gambar. 4. *Utility Vessel* 48 meter.

Stabilitas kapal dapat diartikan sebagai kemampuan sebuah kapal untuk kembali ke posisi semula (tegak) setelah menjadi miring akibat bekerjanya gaya *eksternal* dan internal. Stabilitas pada sebuah kapal dipengaruhi oleh letak titik-titik konsentrasi gaya yang bekerja pada kapal tersebut, yaitu: titik B (*centre of buoyancy*), titik G (*centre of gravity*) dan titik M (*metacentre*). Titik M merupakan titik potong yang melalui titik B dan titik G pada saat kapal berada pada posisi miring. Jarak antara G dan M disebut tinggi *metacentre* (GM), dimana nilainya merupakan ukuran kestabilan awal sebuah kapal dan merupakan fungsi dari lengan penegak (GZ). Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui nilai lengan penegak (GZ) kapal *pole and line* pada perairan bergelombang, yang ditunjukkan dari nilai tinggi metacentre (GM) serta untuk mengetahui hubungan antara nilai GM dan natural *rolling period* (T), kapal *pole and line* (lihat Tabel 4).

Tabel 2.
Perbandingan Tahanan dan Power Kapal

Speed (kts)	Conventional bow		Axe bow		Axe bow 5 derajat		Axe bow 10 derajat		Axe bow 15 derajat	
	Resist (kN)	Pwr (kW)	Resist (kN)	Pwr (kW)	Resist (kN)	Pwr (kW)	Resist (kN)	Pwr (kW)	Resist (kN)	Pwr (kW)
2.38	1.72	4.21	1.36	2.95	1.72	4.2	1.72	4.21	1.72	4.21
3.2	3.02	9.93	2.66	8.21	3.01	9.9	3.01	9.92	3.02	9.93
4.02	4.64	19.23	4.36	17.48	4.63	19.1	4.63	19.19	4.64	19.23
5.13	7.32	38.6	7.22	37.89	7.29	38.4	7.31	38.53	7.32	38.6
6.22	10.63	68.06	9.84	60.77	10.58	67.7	10.6	67.92	10.63	68.06
7.05	13.66	99.07	12.98	92.14	13.59	98.5	13.62	98.81	13.66	99.07
8.15	18.93	158.7	18.43	153.6	18.77	157	18.85	158.0	18.93	158.7
9.25	26.62	253.3	24.12	223.4	26.23	249	26.42	251.4	26.62	253.3
10.07	35.12	364.0	32.07	326.7	34.37	356	34.73	360.0	35.12	364.0
11.17	50.36	579.0	47.12	538.1	48.93	562	49.62	570.4	50.36	579.0
12	67.15	829.0	63.66	785.9	64.9	801	65.97	814.4	67.15	829.0

Tabel 3.
Pemilihan Engine

No.	Type kapal	Power yang dibutuhkan (kW)	Type mesin	Daya mesin 100 % beban	RPM	Fuel Consp
1	Conventional bow	967.15 kW	CAT 3508B	970 kW	1835	243 L/h
2	Axe bow	785.9 kW	CAT 3508B	820 kW	1800	202 L/h
3	Axe bow 5 derajat	801.29 kW	CAT 3508B	820 kW	1800	202 L/h
4	Axe bow 10 derajat	814.47 kW	CAT 3508B	820 kW	1800	202 L/h
5	Axe bow 15 derajat	829.05 kW	CAT 3508 D	858 kW	1800	222 L/h

Tabel 4.
Natural Rolling Period

No.	Kapal	Sudut kemiringan	Rolling period
1	Axe bow	40	5.4
2	Axe bow 5 derajat	40	5.4
3	Axe bow 10 derajat	40	5.4
4	Axe bow 15 derajat	40	5.4

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan membuktikan bahwa haluan dengan konsep *axe bow* memiliki tahanan yang jauh lebih kecil daripada tahanan pada kapal dengan konsep *conventional bow*. Setelah dilakukan pemilihan engine dengan merk dan RPM yang sama maka diketahui bahwa *bow type axe* dapat mengurangi konsumsi bahan bakar mencapai ±40 liter/jam. Kerugian pada desain ini adalah pengurangan jumlah displacement yang dipunya sebagai akibat pengurangan tahanan, hal ini dikarenakan dalam desain tidak melakukan penambahan panjang, lebar, dan draft. Kerugian ini tidak terlalu berdampak signifikan karena penulis tetap mempertahankan besaran tonnage dari bahan bakar dan pelumasan, sehingga air tawar yang dikorbankan pada desain ini. Selain itu konsep kapal ini yang bukan kapal niaga melainkan *support offshore*

sehingga membuat pengurangan *displacement* tidak begitu merugikan. Desain *axe bow* juga memiliki nilai stabilitas yang baik, hal ini terbukti pada hasil *running* pada software *hydromax* yang menunjukkan bahwa semua regulasi tentang stabilitas pada IMO 749(18) chapter 3 telah terpenuhi. Nilai *natural rolling period* pada muatan 100% si setiap kapal juga baik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada table dibawah. Dalam penelitian ini masih banyak yang harus dikaji terutama pada berapa besaran sudut pada haluan (tampak atas) yang dapat memberikan pengurangan tahanan maksimal. Karena konsep yang dipakai oleh penyusun pada tugas akhir ini adalah *try by error*. Selain memperhatikan sudut yang dapat memberikan hasil maksimal juga dapat memperhatikan penambahan ukuran utama dari desain *axe bow* untuk mempertahankan jumlah *displacement*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Koichiro Matsumoto, "Ax-Bow" : A New Energy-saving Bow Shape at Sea.
- [2] Alexander (J.A.) Keuning, "The Effect of Bowshape on The Seakeeping Performance of a Fast Monohull".
- [3] J.A.Keuning, J. Pinkster and F. van Walree, "Further Investigation into the Hydrodynamic Performance of the Axe Bow Concept".
- [4] Keuning, J A and Pinkster, J. "Further Designs and Seakeeping Investigations in the Enlarged Ship Design".
- [5] J.L. Gelling, "The Axe Bow: The Shape of Ships to Come".
- [6] St. Aisyah Farhum dan James P. Panjaitan, "Variasi Tinggi Metacentre GM Kapal Pole and Line Pada Perairan Bergelombang".