

Analisa Penerapan Bulbous Bow pada Kapal Katamaran untuk Meningkatkan Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar

Prasetyo Adi dan Amiadji

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
e-mail: amadji@its.ac.id

Abstrak—Saat ini perkembangan dalam dunia desain kapal semakin maju. Dalam mendesain kapal banyak tantangan yang harus dihadapi, salah satunya adalah sulitnya pencapaian efisiensi yang optimum dalam hal performance. Salah satu target yang harus dicapai dalam optimalisasi desain adalah mengenai kecepatan kapal, dimana kecepatan kapal harus memenuhi permintaan dari pemilik kapal tetapi dengan menggunakan daya mesin yang kecil sehingga akan mengurangi kebutuhan bahan bakar saat beroperasi, tanpa mengurangi kapasitas dan stabilitas kapal.

Salah satu perkembangan dalam desain kapal adalah kapal katamaran. Kapal katamaran memiliki dua lambung yang mempunyai beberapa kelebihan, salah satunya adalah memiliki tahanan yang lebih kecil dibandingkan dengan kapal monohull, sehingga kapal katamaran memiliki efisiensi bahan bakar yang lebih baik daripada kapal monohull.

Pada penulisan skripsi ini akan dilakukan analisa tahanan lambung katamaran sebelum dan sesudah modifikasi penambahan bulbous bow. Dalam proses pengerjaan akan menggunakan software maxsurf untuk memodifikasi dengan penambahan bulbous bow pada haluan katamaran untuk mendapatkan nilai tahanan yang lebih rendah sehingga akhirnya dicapai efisiensi penggunaan bahan bakar yang lebih optimal. Hasil pengerjaan skripsi ini berupa bentuk beberapa model katamaran dengan penambahan bulbous bow pada haluannya, nilai tahanan, serta nilai efisiensi kebutuhan bahan bakar.

Kata Kunci—monohull, katamaran, tahanan kapal, maxsurf, bulbous bow.

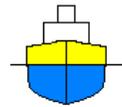
I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

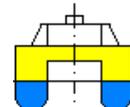
Saat ini telah dilakukan berbagai penelitian dalam bidang desain kapal yang bertujuan untuk meningkatkan hasil yang optimum, salah satunya adalah dalam hal peningkatan efisiensi pemakaian bahan bakar.

Dalam perencanaan desain kapal, tahanan akibat gelombang adalah salah satu komponen penting pada tahanan kapal. Pada umumnya rasio kerempingan lambung kapal yang besar dibutuhkan untuk mengurangi tahanan akibat gelombang.

Jenis Kapal yang umumnya sering dijumpai adalah kapal yang mempunyai lambung tunggal atau monohull. Pada kapal monohull, untuk mencapai kecepatan yang tinggi



Gambar 1. Monohull



Gambar 2. Katamaran

dengan efisiensi bahan bakar yang baik maka lambung kapal dibuat seramping mungkin untuk mengurangi tahanan gelombang, namun kekurangan dari ini adalah mengurangi stabilitas kapal. Oleh karena itu, dikembangkanlah rancangan model kapal Multihull. Macam-macam dari kapal multihull adalah katamaran, Small Waterplane Area Twin Hull (SWATH), Trimaran dan Pentamaran.

Katamaran merupakan kapal yang memiliki lambung ganda yang dihubungkan dengan struktur bridging. Bentuk lambung kapal dari katamaran mirip dengan mono hull tetapi memiliki garis air yang lebih ramping sehingga tahanan yang dialami katamaran lebih kecil. Kelebihan kapal katamaran daripada monohull selain memiliki tahanan yang lebih kecil yaitu memiliki stabilitas yang lebih baik.

Saat ini beberapa kapal monohull telah didesain dengan menggunakan bulbous bow dalam usaha untuk meningkatkan performa. Bulbous bow merupakan bagian kapal yang terletak di bagian haluan kapal. Dengan penggunaan bulbous bow, maka akan berpengaruh terhadap aliran disekitar lambung kapal dan mengurangi drag yang memberikan peningkatan pada kecepatan dan efisiensi bahan bakar.

Penggunaan bulbous bow sudah diterapkan pada kapal monohull. Tetapi penggunaan bulbous bow tersebut belum banyak di gunakan pada kapal katamaran. Dengan adanya hal ini, perlu ada pengembangan lagi pada katamaran yaitu dengan menambah bulbous bow pada haluannya. Dalam usaha untuk mencapai hal ini maka dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan bulbous bow terhadap tahanan kapal katamaran. Model bulbous bow yang didesain divariasikan menjadi 3 jenis. Dalam desain bulbous bow dibentuk secara optimal agar dapat menambah efisiensi terhadap pemakaian bahan bakar.

B. Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam analisa ini meliputi :

1. Dengan 3 jenis variasi model bulbous bow, jenis manakah yang paling baik dalam hal menghasilkan tahanan paling kecil ?
2. Dari 3 jenis variasi model bulbous bow, jenis manakah yang paling efisien dalam hal kebutuhan jumlah bahan bakar main engine ?

C. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian dan memfokuskan untuk permasalahan yang akan dianalisa dalam skripsi ini, maka permasalahan akan dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada aspek teknis modifikasi penambahan bulbous bow pada linggi haluan kapal katamaran.
2. Objek yang dianalisis adalah pada tipe kapal katamaran yang mengalami modifikasi penambahan bulbous bow dengan 3 jenis variasi model bulbous bow.
3. Dari 3 jenis variasi model bulbous bow, jenis manakah yang paling efisien dalam hal kebutuhan jumlah bahan bakar main engine ?

D. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian dan memfokuskan untuk permasalahan yang akan dianalisa dalam skripsi ini, maka permasalahan akan dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada aspek teknis modifikasi penambahan bulbous bow pada linggi haluan kapal katamaran.
2. Objek yang dianalisis adalah pada tipe kapal katamaran yang mengalami modifikasi penambahan bulbous bow dengan 3 jenis variasi model bulbous bow.

E. Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah antara lain :

1. Mengetahui pengaruh modifikasi penambahan bulbous bow terhadap tahanan yang dihasilkan oleh kapal katamaran.
2. Mendapatkan salah satu variasi model bulbous bow yang paling efisien dalam hal kebutuhan jumlah bahan bakar dari main engine.

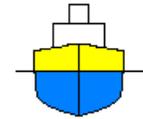
F. Manfaat Penulisan

1. Dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membutuhkan. Adapun manfaat yang diperoleh antara lain :
2. Dapat digunakan sebagai referensi tambahan bagi penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan bidang ini.
3. Dari hasil simulasi , diharapkan dapat menjadi pembanding untuk kapal katamaran di lapangan setelah mengalami modifikasi penambahan bulbous bow pada linggi haluan.

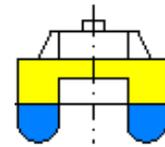
II. DASAR TEORI

A. Lambung Kapal (*hull*)

Pada Umumnya konstruksi kapal terdiri dari badan kapal, bangunan atas (*superstructure*) dan rumah geladak (*deck house*). Badan kapal terdiri dari lambung kiri dan



Gambar 3. Monohull



Gambar 4. Catamaran

lambung kanan, dasar dan geladak. Lambung kapal menyediakan daya apung untuk kapal. Dalam perancangan lambung kapal berpengaruh terhadap stabilitas kapal , kecepatan kapal dan draft dari lambung kapal. Dalam bidang perkapalan, beberapa jenis kapal mempunyai lambung tunggal (*monohull*) dan lambung ganda (*multihull*).

➤ Monohull

Kapal Monohull merupakan kapal yang memiliki lambung tunggal atau *single hull*.

➤ Multihull

Kapal multihull memiliki lambung lebih dari satu. Beberapa jenis kapal multihull antara lain katamaran, SWATH (*Small Water plane Area Twin Hull*) , Trimaran, dan Pentamaran. Katamaran merupakan salah satu jenis kapal multihull yang memiliki lambung ganda. Bentuk lambung dari katamaran mirip dengan kapal monohull tetapi memiliki garis air yang lebih ramping. Oleh karena itu dengan memiliki garis air yang lebih ramping maka tahanan yang dialami kapal katamaran lebih kecil . Katamaran memiliki dua lambung yang dihubungkan dengan struktur *bridging*. Struktur *bridging* pada katamaran dimaksudkan untuk memberikan kekuatan melintang pada kapal. Karena pada geladak ini akan menopang sejumlah muatan yang memiliki beban besar sehingga membutuhkan konstruksi melintang yang kuat.

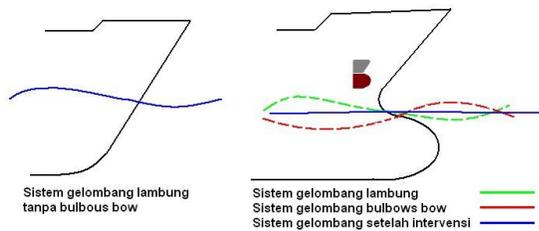
B. Tahanan Kapal

Tahanan Kapal merupakan gaya hambat dari media fluida yang dilalui oleh kapal saat beroperasi dengan kecepatan tertentu. Besarnya gaya hambat total merupakan jumlah dari semua gaya hambat yang bekerja dikapal, gaya hambat total tersebut meliputi tahanan gesek, tahanan tekanan, tahanan gelombang, tahanan tambahan digelombang , tahanan udara.

C. Bulbous Bow

Bulbous bow merupakan bagian kapal yang terletak di bagian haluan kapal. Penggunaan bulbous bow ini akan

mempengaruhi aliran air di sekitar lambung kapal. Penjelasan tentang efek aliran air yang terjadi di sekitar kapal adalah air dipaksakan mengalir di atas bulbous bow sehingga dapat memecah gelombang air yang menahan didepannya.



Gambar 5. Sistem gelombang bulbous bow

Ada 3 jenis bentuk dari bulbous bow berdasarkan referensi SNAME Transactions, vol.86, 1978 yaitu Δ, O dan ∇. Ketiga bentuk tersebut dilihat dari garis tegak lurus kedepan (Forward Perpendicular). Dalam perencanaan gambar bulbous bow, terdapat dimensi dan beberapa parameter desain yaitu 3 parameter linear dan non linear :

• Parameter linear

1. Pada parameter lebar, lebar maksimal (B_B) dari bulb area A_{BT} pada garis FP (Fore Perpendicular) dibagi dengan lebar kapal (B_{MS})

$$C_{BB} = \frac{B_B}{B_{MS}}$$

2. Pada parameter panjang, panjang bulb yang menonjol (L_{PR}) normalnya dibagi dengan panjang kapal (L_{PP}):

$$C_{LPR} = \frac{L_{PR}}{L_{PP}}$$

3. Pada parameter kedalaman, tinggi (Z_B) dari titik bagian depan terbesar dari bulb diatas baseline dibagi dengan sarat air (T_{FP}) pada garis FP (Fore Perpendicular) :

$$C_{ZB} = \frac{Z_B}{T_{FP}}$$

• Parameter non linear

1. Pada parameter cross section, cross sectional area (A_{BT}) dari bulbous bow pada garis FP (Fore Perpendicular) dibagi dengan midship section area (A_{MS}) dari kapal :

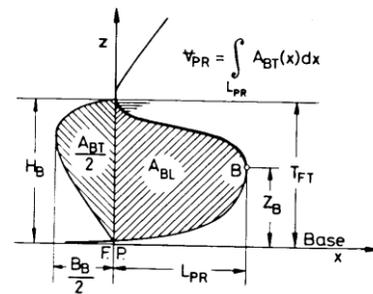
$$C_{ABT} = \frac{A_{BT}}{A_{MS}}$$

2. Pada parameter secara memanjang, area pada bagian depan haluan (A_{BL}) pada bidang memanjang normalnya dibagi dengan midship section area (A_{MS}) :

$$C_{ABL} = \frac{A_{BL}}{A_{MS}}$$

3. Pada parameter volume , volume (∇_{PR}) dari bagian yang menonjol pada bulb dibagi dengan volume displacement (∇_{WL}) dari kapal :

$$C_{\nabla PR} = \frac{\nabla_{PR}}{\nabla_{WL}}$$



Gambar 6. Parameter linear dan nonlinear desain bulbous bow

III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Perencanaan awal yaitu menentukan ukuran utama kapal yang dipilih dari data kapal pembanding, setelah itu memodelkan bentuk lambung katamaran dan beberapa variasi bulbous bow pada haluan kapal katamaran dan dilanjutkan dengan menganalisa tahanannya. Data pembanding kapal yang digunakan sebagai objek penelitian ini adalah kapal ferry katamaran. Berikut ini data utama kapal nya :

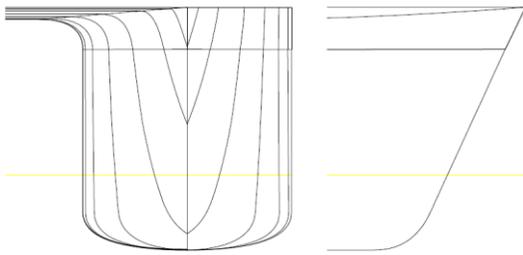
LOA (Length Overall)	: 19.27 m
Lwl (Length On Waterline)	: 17.72 m
Bmld (Breadth)	: 8.04 m
D (Depth)	: 3.42 m
T (Draft)	: 1.06 m
Vs	: 25 knot

Proses pembuatan model , analisa tahanan dan analisa efisiensi kebutuhan bahan bakar

Proses penggambaran model diawali dengan permodelan lambung katamaran. Dari bentuk lambung katamaran yang telah didesain , dilakukan modifikasi penambahan bulbous bow pada haluannya dengan beberapa pengulangan proses. Dalam hal ini bulbous bow akan di modelkan menjadi 3 jenis yaitu tipe yaitu Δ, O dan ∇. Ketiga bentuk tersebut dilihat dari garis tegak lurus kedepan (Forward Perpendicular). Setelah proses permodelan maka dilanjutkan dengan menganalisa tahanan dan efisiensi kebutuhan bahan bakar. Proses analisa tahanan dibantu dengan software maxsurf pro – Hullspeed 11. Metode yang digunakan dalam analisa tahanan menggunakan metode savitsky planning.

Di bawah ini adalah hasil desain dari model katamaran dan ketiga variasi model bulbous bow.

1. Katamaran tanpa penambahan bulbous bow

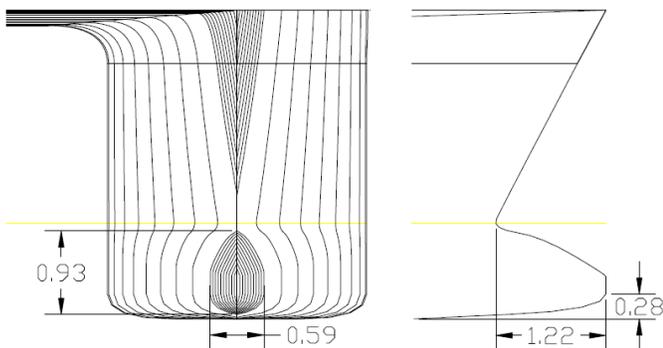


Gambar 7. Hasil desain katamaran (2 dimensi)

Dari hasil analisa efisiensi bahan bakar didapatkan :

Beban pada main engine (%)	Daya Main engine (kW)	Kebutuhan bahan bakar (ton)
50 %	625	1,26
60 %	750	1,51
70 %	8,75	1,76
80 %	1000	2,01
90 %	1125	2,27
100 %	1250	2,52

2. Katamaran dengan penambahan bulbous bow tipe Δ



Gambar 8. Hasil desain katamaran dengan penambahan bulbous bow tipe (2 dimensi)

Besarnya tahanan katamaran yang ditunjukkan oleh simulasi software Maxsurf Pro Hullspeed pada kecepatan 25 knot sebesar 91,78 kN dengan kebutuhan power sebesar 2360,89 kW.

Jumlah main Engine yang digunakan katamaran adalah 2. Maka untuk pemilihan main engine adalah power dari 1 main engine dikali 2. Jadi dipilih main engine merk Mitsubishi tipe S16R-MPTK dengan daya sebesar 1250 kW

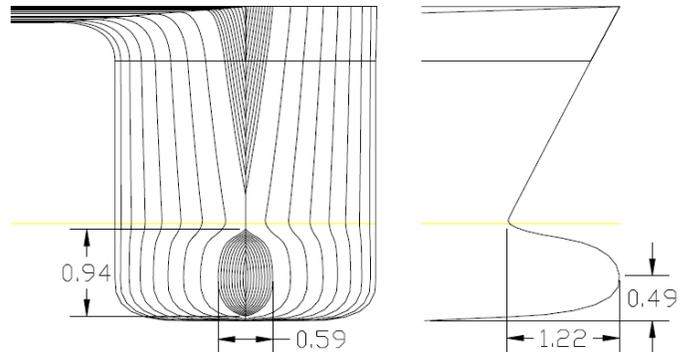
Parameter linear dan nonlinear desain bulbous bow yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$L_{PR} = 1,2 \text{ m} \quad A_{MS} = 6,1 \text{ m}^2$$

Dari hasil analisa efisiensi bahan bakar didapatkan :

Beban pada main engine (%)	Daya Main engine (kW)	Kebutuhan bahan bakar (ton)
50 %	605	1,20
60 %	726	1,44
70 %	847	1,68
80 %	968	1,92
90 %	1089	2,16
100 %	1210	2,4

3. Katamaran dengan penambahan bulbous bow tipe O



Gambar 9. Hasil desain katamaran dengan penambahan bulbous bow tipe O (2 dimensi)

$$\begin{aligned} Z_B &= 0,28 \text{ m} & \nabla_{WL} &= 86,17 \text{ m}^3 \\ T_{FT} &= 1,06 \text{ m} & \nabla_{PR} &= 0,59 \text{ m}^3 \\ H_B &= 0,93 \text{ m} & C_{BB} &= 0,073 \\ B_B &= 0,59 \text{ m} & C_{LPR} &= 0,069 \\ B_{MS} &= 8,04 \text{ m} & C_{ZB} &= 0,26 \\ L_{pp} &= 17,2 \text{ m} & C_{ABT} &= 0,067 \\ A_{BL} &= 0,85 \text{ m}^2 & C_{ABL} &= 0,139 \\ A_{BT} &= 0,41 \text{ m}^2 & C_{\nabla PR} &= 0,0068 \end{aligned}$$

Besarnya tahanan katamaran dengan bulbous bow tipe yang ditunjukkan oleh simulasi software Maxsurf Pro Hullspeed pada kecepatan 25 knot sebesar 90,34 kN dengan kebutuhan power sebesar 2323,66 kW

Jumlah main Engine yang digunakan katamaran adalah 2. Maka untuk pemilihan main engine adalah power dari 1 main engine dikali 2. Jadi dipilih main engine merk Mitsubishi tipe S12R-MPTK dengan daya sebesar 1210 kW

Parameter linear dan nonlinear desain bulbous bow yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_{PR} &= 1,2 \text{ m} & A_{MS} &= 6,1 \text{ m}^2 \\ Z_B &= 0,49 \text{ m} & \nabla_{WL} &= 85,4 \text{ m}^3 \\ T_{FT} &= 1,06 \text{ m} & \nabla_{PR} &= 0,58 \text{ m}^3 \\ H_B &= 0,94 \text{ m} & C_{BB} &= 0,073 \\ B_B &= 0,59 \text{ m} & C_{LPR} &= 0,069 \\ B_{MS} &= 8,04 \text{ m} & C_{ZB} &= 0,46 \\ L_{pp} &= 17,2 \text{ m} & C_{ABT} &= 0,067 \end{aligned}$$

$$A_{BL} = 0,91 \text{ m}^2 \quad C_{ABL} = 0,149$$

$$A_{BT} = 0,63 \text{ m}^2 \quad C_{\nabla PR} = 0,0067$$

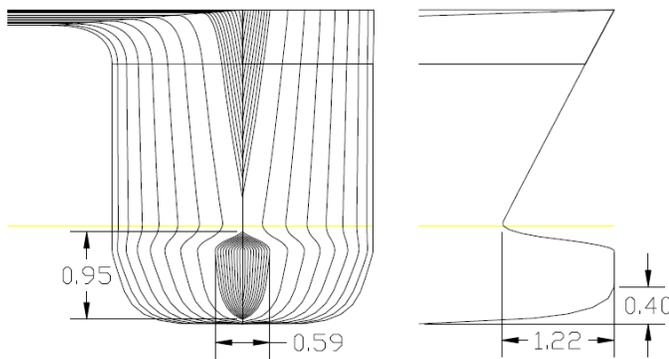
Dari hasil analisa efisiensi bahan bakar didapatkan :

Dari hasil analisa efisiensi bahan bakar didapatkan :

Beban pada main engine (%)	Daya Main engine (kW)	Kebutuhan bahan bakar (ton)
50 %	585	1,14
60 %	702	1,36
70 %	819	1,59
80 %	936	1,82
90 %	1053	2,05
100 %	1170	2,28

Beban pada main engine (%)	Daya Main engine (kW)	Kebutuhan bahan bakar (ton)
50 %	570	1,08
60 %	684	1,29
70 %	798	1,51
80 %	912	1,73
90 %	1026	1,94
100 %	1140	2,16

4. Katamaran dengan penambahan bulbous bow tipe ∇



Gambar 10. Hasil desain katamaran dengan penambahan bulbous bow tipe ∇ (2 dimensi)

Besarnya tahanan katamaran dengan bulbous bow tipe yang ditunjukkan oleh simulasi software Maxsurf Pro Hullspeed pada kecepatan 25 knot sebesar 89,09 kN dengan kebutuhan power sebesar 2291,6 kW

Jumlah main Engine yang digunakan katamaran adalah 2. Maka untuk pemilihan main engine adalah power dari 1 main engine dikali 2. Jadi dipilih main engine merk Mitsubishi tipe S16R-MPTA dengan daya sebesar 1170 kW

Parameter linear dan nonlinear desain bulbous bow yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$L_{PR} = 1,2 \text{ m} \quad A_{MS} = 6,1 \text{ m}^2$$

$$Z_B = 0,4 \text{ m} \quad \nabla_{WL} = 83,19 \text{ m}^3$$

$$T_{FT} = 1,06 \text{ m} \quad \nabla_{PR} = 0,56 \text{ m}^3$$

$$H_B = 0,95 \text{ m} \quad C_{BB} = 0,073$$

$$B_B = 0,59 \text{ m} \quad C_{LPR} = 0,069$$

$$B_{MS} = 8,04 \text{ m} \quad C_{ZB} = 0,37$$

$$L_{pp} = 17,2 \text{ m} \quad C_{ABT} = 0,067$$

$$A_{BL} = 0,98 \text{ m}^2 \quad C_{ABL} = 0,16$$

$$A_{BT} = 0,41 \text{ m}^2 \quad C_{\nabla PR} = 0,0067$$

Besarnya tahanan katamaran dengan bulbous bow tipe yang ditunjukkan oleh simulasi software Maxsurf Pro Hullspeed pada kecepatan 25 knot sebesar 87,36 kN dengan kebutuhan power sebesar 2247,01 kW

Jumlah main Engine yang digunakan katamaran adalah 2. Maka untuk pemilihan main engine adalah power dari 1 main engine dikali 2. Jadi dipilih main engine merk Mitsubishi tipe S12R-MPTA dengan daya sebesar 1140 kW

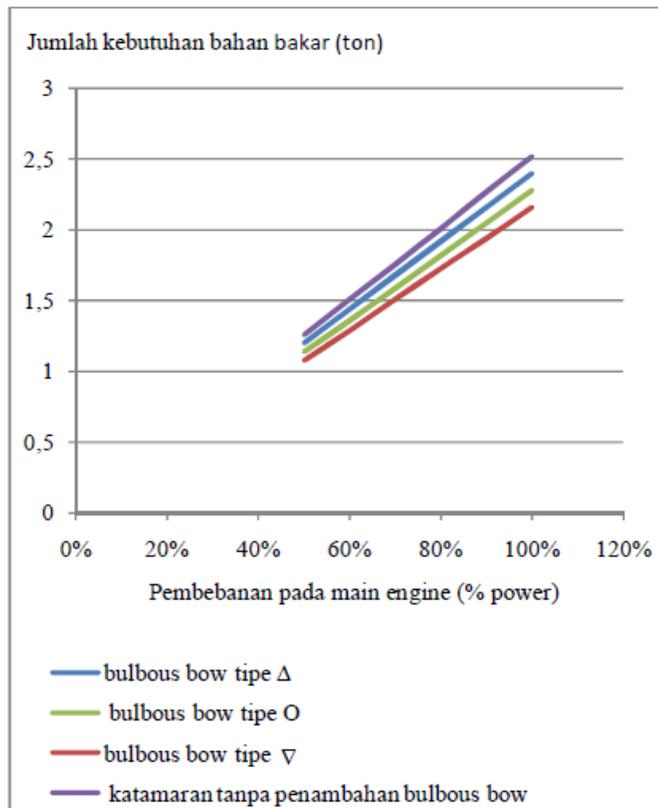
Pemilihan model

Perbandingan jumlah kebutuhan bahan bakar yang diperlukan sebelum penambahan bulbous bow dan sesudah penambahan bulbous bow yang divariasikan menjadi 3 jenis dapat di gambarkan melalui grafik di bawah ini :

Dari hasil perbandingan melalui tabel dan grafik, maka dapat dilihat bahwa model katamaran yang mengalami modifikasi penambahan bulbous bow tipe ∇ paling efisien dalam hal jumlah bahan bakar .

KESIMPULAN

1. Pada proses analisa menggunakan pendekatan software Maxsurf Pro Hullspeed, telah diketahui bahwa dari ketiga variasi bulbous bow terdapat perbedaan besarnya tahanan yang dihasilkan pada kecepatan yang sama.
2. Besarnya tahanan yang ditunjukkan oleh simulasi software Maxsurf Pro Hullspeed pada kecepatan 25 knot untuk bulbous bow tipe $\Delta = 90,34 \text{ kN}$, untuk bulbous bow tipe $O = 89,09 \text{ kN}$, dan bulbous bow tipe $\nabla = 87,36 \text{ kN}$.
3. Berdasarkan pemilihan Main engine untuk setiap model , didapatkan hasil sebagai berikut :
 - Untuk katamaran tanpa penambahan bulbous bow menggunakan main engine Mitsubishi tipe S16R-MPTK dengan daya sebesar 1250 kW
 - Untuk katamaran dengan bulbous bow tipe Δ menggunakan main engine Mitsubishi tipe S12R-MPTK dengan daya sebesar 1210 kW



Gambar 11. Grafik hubungan jumlah kebutuhan berat bahan bakar dan pembebanan pada mesin (% power)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bunari, Muhammad. 2013. Studi Perbandingan Perencanaan Kapal Katamaran dan Monohull Sebagai Kapal Riset di Perairan Bengkalis Riau”, ITS, Surabaya.
- [2] Andhi, Tri F. 2011. “Studi modifikasi linggi haluan MV. Voyager dengan penambahan bulbous bow untuk peningkatan ship performance dengan metode simulasi CFD”, ITS, Surabaya.
- [3] Darmawan Pandika. 2012. “Modifikasi Perancangan Bulbous Bow pada Kapal Chemical Tanker 24.000 LTDW di PT.PAL Indonesia (PERSERO)”, ITS, Surabaya.
- [4] Adji, S.W.2009. “Resistance & Propulsion”.
- [5] SNAME Transactions, vol.86 .1978. “Design of Bulbous Bow” . The Society of Naval Architects and Marine Engineers.

- Untuk katamaran dengan bulbous bow tipe O menggunakan main engine Mitsubishi tipe S16R-MPTA dengan daya sebesar 1170 kW,
 - Untuk katamaran dengan bulbous bow tipe ∇ menggunakan main engine Mitsubishi tipe S12R-MPTA dengan daya sebesar 1140 kW
4. Dari hasil analisa efisien bahan bakar, telah diketahui bahwa dari beberapa model katamaran terdapat perbedaan kebutuhan jumlah bahan bakar.
 5. Dari hasil analisa efisien bahan bakar melalui tabel dan grafik , dengan membandingkan jumlah berat bahan bakar , maka didapatkan hasil bahwa model bulbous bow tipe ∇ dipilih sebagai model yang paling efisien dalam pemakaian bahan bakar untuk memenuhi kecepatan operasinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Amiadji MM. , MSc. selaku dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan membantu dalam pengerjaan penelitian ini . Serta tidak terlepas dari bantuan serta dorongan moral maupun material dari banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung.