



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa *Performance* Propeller Tipe B-5 Series Pada Kapal Rumah Sakit Tipe Katamaran Dengan Variasi Nilai *Blade Area Ratio* (AE/AO) Dan *Pitch Ratio* (P/D) Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD)

Didik Haryadi Santoso¹⁾, Berlian Arswendo A¹⁾, Good Rindo¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: berlianarswendokapal@gmail.com , good.rindo@gmail.com , didikharyadi07@gmail.com

Abstrak

Kapal Katamaran adalah kapal yang memiliki center of gravity dan center of bouyancy yang cukup tinggi. Maka dari itu, kapal ini membutuhkan beberapa kriteria khusus yaitu baling – baling yang dapat memberikan gaya dorongan besar dengan getaran yang rendah. Maka desain baling – baling harus memiliki nilai *thrust* besar, nilai tekanan rendah, dan aliran baling-baling yang halus. Penelitian ini membandingkan baling - baling B-5 series berdiameter 2,01 m, dengan membedakan beberapa aspek yaitu *Blade Area Ratio*(Ae/Ao) dengan variasi 0.45 , 0.6 , 0.75, dan *Pitch Ratio* (P/D) dengan variasi 0.6 , 0.8 , 1. Sehingga didapatkan jenis baling – baling yang optimum untuk kapal rumah sakit tipe katamaran dengan bantuan program *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Dalam proses analisa menggunakan *software* berbasis CFD, kami mendapatkan hasil dari semua model baling – baling yaitu bentuk aliran, nilai *thrust* dan nilai *pressure* yang berbeda sesuai dengan RPM yang diberikan. Dari kesembilan model yang telah dibandingkan didapat model baling – baling yang optimum yaitu B – 5 Series model 5 dengan *blade area ratio* 0,6 dan *pitch ratio* 0,8 dengan nilai *thrust* sebesar 52589 N, nilai *torque* 62877,3 Nm, rata-rata tekanan 59845,05 Pa, kecepatan rata - rata 18,55 m/s, bentuk aliran teratur, serta nilai efisiensi sebesar 0,756

Kata Kunci : Kapal Katamaran, Propeller, CFD

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kapal Katamaran merupakan kapal *Multi hull*. Kapal *Multi hull* merupakan jenis kapal yang memiliki lambung lebih dari satu. Katamaran memiliki 2 buah lambung. Desain seperti ini dapat menaikkan *Center of Gravity* dan *Center of Bouyancy* sehingga memiliki stabilitas yang tinggi[1]. Selain *Center of Gravity* dan *Center of Bouyancy*, kecepatan dan kenyamanan juga sangat di perhatikan dalam perancangan kapal multihull. Maka dari itu, jenis propeller yang dapat menghasilkan kecepatan kapal yang baik sangat diutamakan.

Propeller sendiri merupakan salah satu alat gerak kapal mekanik yang memberikan kekuatan dengan mengubah rotasi gerak ke gaya dorong, propeller terdiri dari bebrapa blade dan beroperasi seperti perputaran skrup. Dalam hal perencanaan design propeller salah satu aspek yang peling diperhatikan adalah efisiensi dari propeller itu sendiri, tentunya dalam perancangan propeller dipilih nilai efisiensi yang maksimum tanpa terjadi kavitasi.

Dalam perkembangannya propeller mengalami beberapa modifikasi bentuk dengan tujuan untuk mendapatkan efisiensi yang paling baik sebagai alat penggerak kapal, salah satu modifikasi itu yaitu *pitch ratio*(P/D) dan *blade*

area ratio (A_e/A_o)

1.2. Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang, maka dapat diambil beberapa rumusan masalah:

1. Apa pengaruh *pitch ratio* dan *blade area ratio* terhadap *thrust*, *streamline*, serta *pressure* yang terjadi pada propeller kapal katamaran tipe B-Series?
2. Bagaimana perbandingan dari hasil variasi *pitch ratio* dan *blade area ratio* pada propeller kapal katamaran tipe B-Series?
3. Berapakah *pitch ratio* dan *blade area ratio* yang optimum untuk propeller kapal katamaran tipe B-Series dengan variasi yang ada?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Propeller yang digunakan adalah
 - Diameter : 2,01 m
 - P/D : 0,8
 - Blade Rasio (A_e/A_o) : 0.6
 - No. Of Blade : 5
 - Sudut Rake : 10°
 - Skew Angle : 25°
 - V_s : 7,202 m/s
 - $V_a (V_0)$: 11.039 knot
= 5.67895 m/s
 - Type : B-Series
2. Data propeller diambil dari spek *propeller* yang terdapat di dalam jurnal mendekati kesamaan dimensi dari *propeller* tersebut.
3. Variasi Blade Area Ratio (A_e/A_o) adalah 0.45 , 0.60 dan 0.75
4. Variasi *pitch* per diameter (P/D) adalah 0.6 , 0.8 dan 1.0
5. Menggunakan 500 RPM
6. Variasi propeller:
 - model 1 = P/D : 0,6 A_e/A_o : 0,45
 - model 2 = P/D : 0,6 A_e/A_o : 0,6
 - model 3 = P/D : 0,6 A_e/A_o : 0,75
 - model 4 = P/D : 0,8 A_e/A_o : 0,45
 - model 5 = P/D : 0,8 A_e/A_o : 0,6
 - model 6 = P/D : 0,8 A_e/A_o : 0,75
 - model 7 = P/D : 1 A_e/A_o : 0,45
 - model 8 = P/D : 1 A_e/A_o : 0,6

model 9 = P/D : 1 A_e/A_o : 0,75

7. Hanya membandingkan desain yang ada.
8. Asumsi aliran di depan *propeller* *steady uniform*.
9. Analisa pada keadaan *open water*
10. Kondisi thruster akan dianalisa pada keadaan statis sesuai dengan putaran yang dikehendaki
11. Hanya menganalisa distribusi aliran fluida di propeller
12. Analisis yang dilakukan dengan mengabaikan faktor maupun kondisi aliran air (fluida) dari badan propeller
13. Analisis biaya tidak diperhitungkan
14. Menggunakan *Ansys CFX* sebagai *software* analisa CFD
15. *Boss Cap* menggunakan bentuk setengah lingkaran
16. Kemiringan pada *Boss* yaitu 0 derajat dari belakang *propeller* hingga *boss cap*
17. Tidak melakukan variasi bentuk *Boss* atau *Hub*

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh *pitch ratio* dan *blade area ratio* terhadap *thrust*, *streamline*, serta *pressure* yang terjadi pada propeller kapal tipe B-Series.
2. Untuk mengetahui perbandingan dari hasil variasi nilai *pitch ratio* dan *blade area ratio* pada baling – baling kapal tipe B-Series.
3. Untuk mendapatkan nilai *pitch ratio* dan *blade area ratio* yang optimum untuk propeller tipe B-Series.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Katamaran

Katamaran adalah tipe kapal yang memiliki dua buah lambung (*demihulls*) yang dihubungkan oleh suatu konstruksi sehingga menjadi sebuah kesatuan sebagai satu kapal. Struktur *bridging* ini merupakan sebuah kelebihan kapal katamaran karena menambah tinggi lambung timbul (*freeboard*) sehingga kemungkinan terjadinya *deck wetness* dapat dikurangi. Katamaran mempunyai garis air lambung yang sangat ramping dengan tujuan untuk memperoleh hambatan yang rendah. Garis air yang ramping ini menyebabkan katamaran sensitif terhadap perubahan distribusi berat[12].

2.2. Sistem Propulsi Kapal

Pada dasarnya alat gerak kapal dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu : alat gerak kapal

nono-mekanik dan yang mekanik. Dalam perkembangan propeller mengalami beberapa bentuk modifikasi dengan tujuan untuk mendapatkan model yang paling tepat sebagai alat penggerak kapal. Kebutuhan yang paling penting untuk propeller kapal katamaran adalah tingginya kecepatan yang dibutuhkan tetapi dengan getaran yang cukup kecil, karena biasanya katamaran digunakan sebagai kapal cepat.

Beberapa hal yang dibutuhkan oleh kapal katamaran secara keseluruhan oleh system propulsi dan juga propeller, yaitu:

- Baling-baling benar-benar bebas dari kavitasi dengan memadai margin.
 - Propeller dengan efisiensi tinggi.
- Hambatan seminimal mungkin

Propeller B-Series atau lebih dikenal dengan *Wageningen* merupakan propeller yang sering digunakan terutama pada kapal jenis *merchant ship*. Bentuk dari propeller *B-Series* sangatlah sederhana. Propeller ini mempunyai section yang modern dan karakteristik kinerja yang baik. Pada umumnya propeller *B-Series* mempunyai variasi[10]:

P/D 0,5 sampai 1,4
 Z 2 sampai 7
 A_E/A_0 0,3 sampai 1,05

Dibawah ini adalah karakteristik dasar dari propeller[5]:

- Berdiameter 250 mm dan RH/R 0,167 (RH adalah jari-jari hub)
- Memiliki distribusi radial pitch yang konstan
- Kontur blade yang cukup lebar
- Memiliki segmental tip blade section dan aerofoil section pada jari jari dalam.

Tabel 1 Tingkatan *Propeller B-Series*

Blade Number (Z)	Blade Area Ratio A_E/A_Q						
2	0.3						
3	0.35	0.5	0.65	0.8			
4	0.4	0.55	0.7	0.85	1		
5	0.45	0.6	0.75	0.8		1.05	
6		0.5	0.65	0.8			
7		0.55	0.7	0.85			

Karakteristik beban propeller dapat disampaikan dengan grafik beberapa koefisien dalam bentuk ukuran. Secara umum karakteristik balin-baling kapal pada kondisi *open water test* adalah seperti yang direpresentasikan pada diagram KT (*koefisien Thrust*) – KQ (*koefisien Torque*) – J (*koefisien Advanced*). Model persamaan karakteristik kinerja baling-baling kapal adalah sebagai berikut :

$$KT = \frac{T}{\rho n^2 D^4} \quad KQ = \frac{Q}{\rho n^2 D^4} \quad J = \frac{Va}{nxD}$$

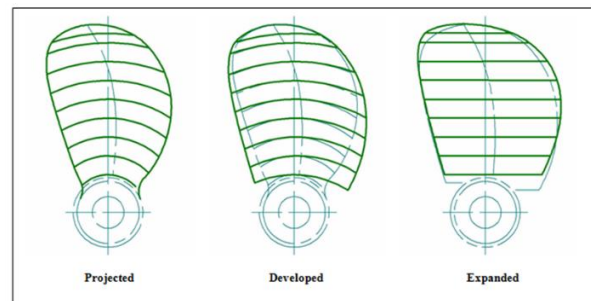
Dimana:

- KT = Koefisien gaya dorong baling-baling
- KQ = Koefisien torsi baling-baling
- J = Koefisien *advanced* baling-baling
- Va = kecepatan *advanced*
- D = diameter *propeller*
- n = putaran *propeller*
- T = *thrust propeller*
- Q = *torque propeller*
- ρ = massa jenis

Untuk nilai efisiensi propeller pada open water diberikan rumus:

$$\eta_0 = \frac{T \times Va}{2\pi n x Q} \quad \eta_0 = \frac{JKT}{2\pi KQ}$$

Blade Area Rasio atau BAR adalah perbandingan antara luasan daun baling baling dengan luas perputaran penuh *blade tip* atau biasa disebut dengan A_0 .



Gambar 1 Tipe Blade Area Ratio

Projected outline (A_p) adalah area atau luasan blade propeller jika dilihat dari shaft center line, *expanded blade outline* (A_e) adalah area atau luasan lengkung dari irisan perpotongan daun baling-baling dengan silinder dibebaskan, sedangkan *developed area* (A_d) dimana daun baling-baling diputar ke bidang gambar, maka setiap potongan daun akan mempunyai sudut putar yang berlainan (kecuali baling-baling tanpa sudut *rake*, dan pada saat posisi daun *pitch* = 0[8].

2.3. Kavitasi Propeller

Secara teori kavitasi yang terjadi pada propeller disebabkan oleh naiknya kecepatan yang menyebabkan penurunan tekanan. Kavitasi merupakan fenomena yang dapat terjadi bila baling-baling bekerja dengan beban yang relative tinggi. Letak kavitasi dapat diterangkan sebagai berikut:

1. . Ujung Daun

Kavitasi ujung (tip cavitation) , yaitu kavitasi permukaan yang terjadi didekat ujung daun baling-baling.

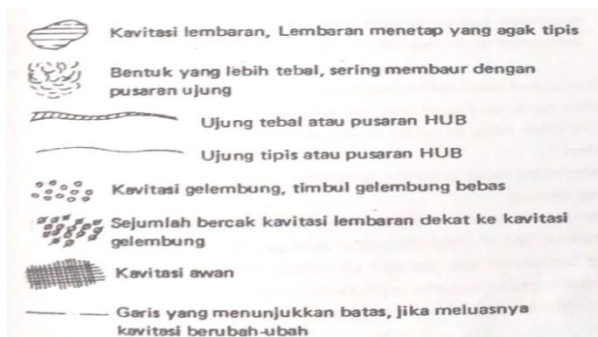
Kavitasi pusaran (vortex cavitation), kavitasi yang terjadi di dalam inti tekanan rendah pusaran ujung baling-baling.

2. Pangkal daun (root fillet)

Kavitasi pangkal daun (root cavitation), yaitu kavitasi di dalam daerah tekanan rendah di pangkal daun baling-baling.

3. Celah antara daun dan tabung propeller.

4. Hub atau Konis.



Gambar 2 Tipe Kavitasi

Kavitasi pada baling-baling kapal mempunyai pengaruh merusak, antara lain[9] :

- Efisiensi baling-baling akan berkurang, sehingga kecepatan kapal tidak sesuai yang diharapkan
- Kavitasi dapat menyebabkan erosi pada bahan balig-baling, yang mengakibatkan turunnya efisiensi baling-baling
- Kavitasi dapat menyebabkan getaran dan bunyi, dan ini sering merupakan sumber masalah besar, misalnya pada kapal yang mempunyai daya mesin besar.

2.4. Computational Fluid Dynamic (CFD)

Computational Fluid Dynamics (CFD) merupakan salah satu cabang dari mekanika fluida yang menggunakan metode numerik dan algoritma untuk menyelesaikan dan menganalisa permasalahan yang berhubungan dengan aliran fluida. Tujuan dari CFD adalah untuk memprediksi secara akurat tentang aliran fluida, perpindahan panas, dan reaksi kimia dalam sistem yang kompleks, yang melibatkan satu atau semua fenomena di atas.

Computational Fluid Dynamics terdiri dari tiga elemen utama yaitu:

- Pre Processor
- Solver Manager
- Post Processor

Sebuah pemahaman yang baik diperlukan dalam menyelesaikan algoritma penyelesaian numerik. Terdapat tiga konsep matematika yang

berguna dalam menentukan berhasil atau tidaknya algoritma :

- Konvergensi, merupakan properti metode numerik untuk menghasilkan solusi yang mendekati solusi eksakta sebagai grid spacing, ukuran kontrol volume atau ukuran elemen dikurangi mendekati nol.
- Konsisten, merupakan suatu skema numerik yang menghasilkan sistem yang dapat diperlihatkan ekuivalen dengan persamaan pengendali sebagai grid spasi mendekati nol.
- Stabilitas, yaitu penggunaan faktor kesalahan sebagai indikasi metode numerik. Jika sebuah teknik tidak stabil dalam setiap kesalahan pembulatan bahkan dalam data awal dapat menyebabkan osilasi atau divergensi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Suatu karya ilmiah yang baik memiliki metodologi yang akurat dan terperinci dengan sumber informasi seluas-luasnya. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, agar dapat mencapai hasil yang diinginkan maka diperlukan kerangka pengerjaan yang terstruktur.

3.2. Materi Penelitian

Materi penelitian yang dimaksud dalam penelitian ini meliputi data-data yang bersifat primer dan sekunder serta teori dan referensi yang menjadi dasar dalam penelitian ini.

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Maret 2017 sampai dengan Agustus 2017. Penelitian dilakukan di Laboratorium CAD S-1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, Semarang.

3.4. Pengumpulan Data

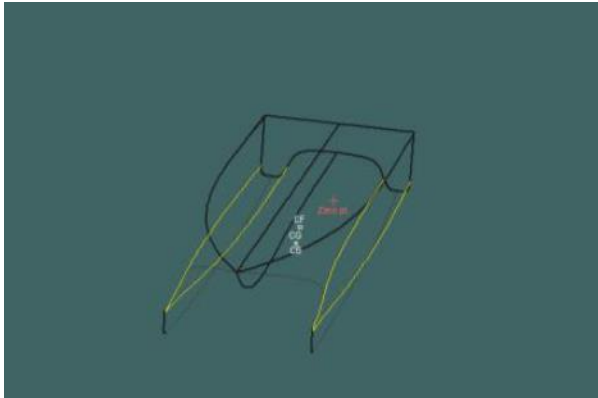
1. Data Primer

Data primer diperoleh dari jurnal penelitian sebelumnya, pada salah satu kapal *Catamaran* rumah sakit. Berikut data utama ukuran kapal :

Loa	65,0 m
BOA	22,4 m
T	3,5 m
H	10,00 m
T	3,5 m

Berikut data ukuran utama desain propeller:

Diameter	2,01 m
Pitch	6,004
Blade Area Ratio	0,6
Jumlah Daun	5



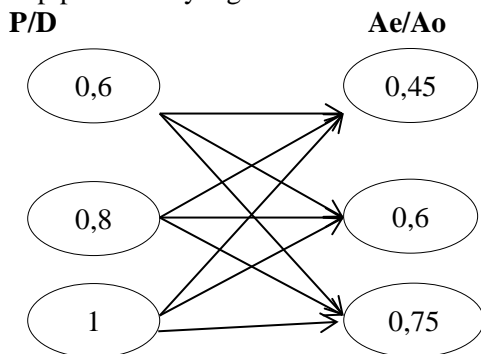
Gambar 2. Model

2. Data Sekunder

Untuk mempelajari permasalahan beserta solusinya telah dilakukan pembelajaran dengan menggunakan berbagai referensi baik berupa buku, artikel, majalah dan jurnal mengenai geometri, proses perancangan, simulasi CFD, dan penggunaan propeller pada kapal yang didapatkan dari internet atau meminjam buku ke perpustakaan Program Studi S1 Teknik Perkapalan UNDIP .

3.5. Variasi bentuk Propeller

Melakukan korespondensi satu – satu terhadap parameter yang telah di miliki

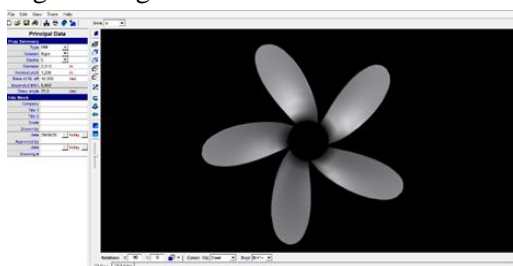


Gambar 4. Diagram Korespondensi Parameter

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Model

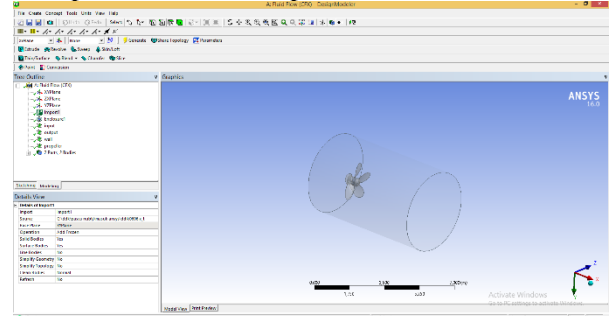
Data ukuran utama propeller diolah menggunakan software PropCad (gambar. 2) yang merupakan software pengolah koordinat baling – baling.



Gambar 5.Propcad

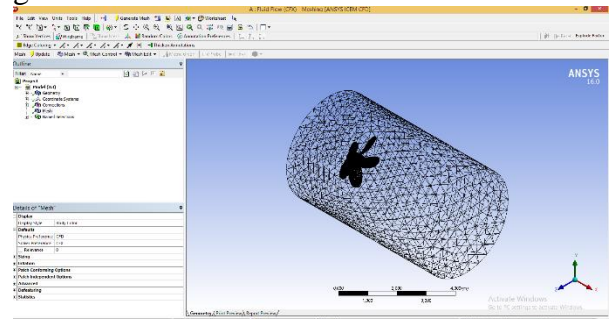
Selanjutnya dilakukan pembuatan 3D model untuk diolah menjadi benda solid sebelum dimasukkan ketahap analisa, pemodelan 3D tersebut menggunakan software Solidworks.

Tahap selanjutnya yaitu Geometry dimana model dilakukan pengecekan apakah model sudah solid. Lalu dilakukan pembentuk boundary pada bidang sumbu x y z dan pendefinisian setiap bagian boundary seperti pengaturan inlet, outlet, dan wall. Tahap ini dilakukan pada ANSYS CFX 14.0



Gambar 6. Tahap Geometry

Selanjutnya tahap meshing untuk menentukan ukuran tiap elemen dan mengatur kedetailan melalui ukuran elemen yang kita gunakan.



Gambar 7. Tahap Meshing

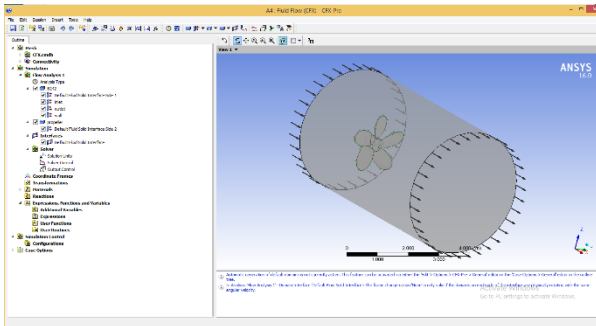
Selanjutan kita mengatur setiap kriteria yang kita gunakan dengan mengatur *Set-up*. *Set-up* yang digunakan merupakan kriteria yang telah kita validasi dahulu sebelumnya sehingga mendapatkan hasil yang memiliki *error* tidak jauh dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Berikut *Domain Physics* yang digunakan.

Tabel. 2 *Domain Default*

Domain - Default Domain	
Type	Fluid
Location	B79
<i>Materials</i>	
Water	
Fluid Definition	Material Library
Morphology	Continuous Fluid
<i>Settings</i>	
Buoyancy Model	Non Buoyant
Domain Motion	Rotating
Angular Velocity	[rev min ⁻¹]
Axis Definition	Coordinate Axis

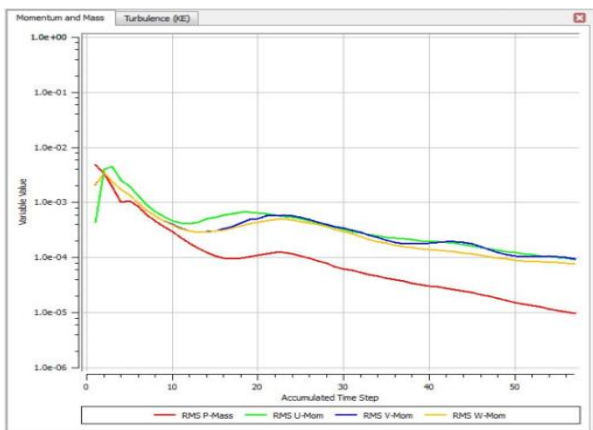
Rotation Axis	Coord 0.1
Reference Pressure	1.0000e+00 [atm]
Heat Transfer Model	Isothermal
Fluid Temperature	2.5000e+01 [C]
Turbulence Model	k epsilon
Turbulent Wall Functions	Scalable

Berikut merupakan gambar dari pengaturan *set-up* pada boundary yang telah dibuat pada tahap sebelumnya.



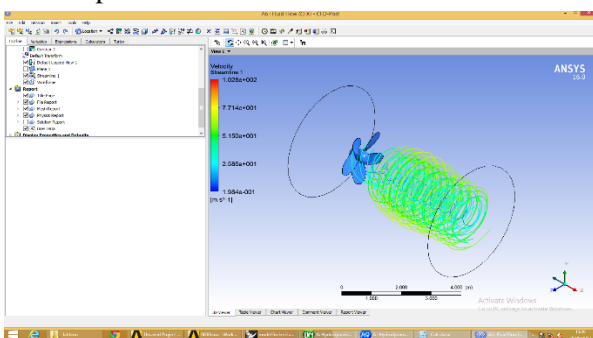
Gambar 8. *Boundary Set-Up*

Yaitu tahap dimana boundary yang telah diberi kriteria dilakukan iterasi hingga didapatkan hasil yang convergence.



Gambar 9. *Convergence model*

Tahap akhir yaitu tahap post dimana kita mendapatkan hasil yang dapat disimulasikan baik 3D ataupun 2D.



Gambar 10. *Result model*

4.2. Validasi Model

Validasi digunakan untuk menentukan *boundary condition* yang tepat untuk menganalisa 4 model *propeller*. Acuan model untuk divalidasi diambil dari pengujian *propeller* kapal katamaran yaitu *propeller* yang digunakan tipe B-5 series, berikut data *propeller* untuk di validasi :

- Diameter propeller : 2,01 m
- Jumlah blade : 5
- Pitch : 6,004
- Skew, Degree : 25

Pada penelitian tersebut diambil Rpm yang mendekati Rpm yang digunakan pada jurnal. Pada hasil perhitungan dengan CFD pada ANSYS CFX 14.0 adalah sebagai berikut :

Tabel. 3 Perbandingan Hasil Hitung dengan simulasi CFD

Kecepatan Rotasi (rpm)	Hasil uji coba Coeffisition Thrust (K _T)	Hasil simulasi CFD (K _T)	Error (%)
500	0.140	0.129	7.85 %

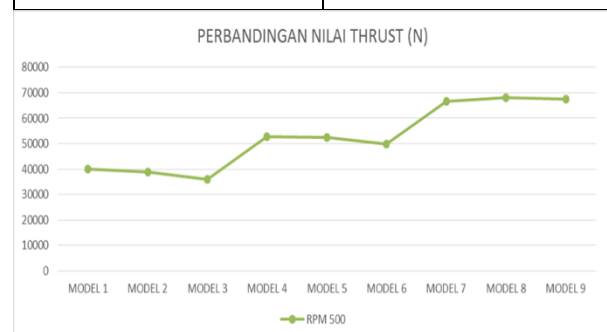
4.3. Pembahasan

4.3.1 Pembahasan Simulasi Turbulensi

Dari hasil analisa thrust tertinggi yaitu propeller Model 8 dengan nilai 68040,9 N. Seperti yang telah terdapat pada tabel berikut:

Tabel. 4 Perbandingan nilai thrust

VARIASI MODEL	THRUST (N)
MODEL 1	40030.7
MODEL 2	38823.6
MODEL 3	35953.4
MODEL 4	52903
MODEL 5	52589
MODEL 6	50009.7
MODEL 7	66773.8
MODEL 8	68040.9
MODEL 9	67371.2



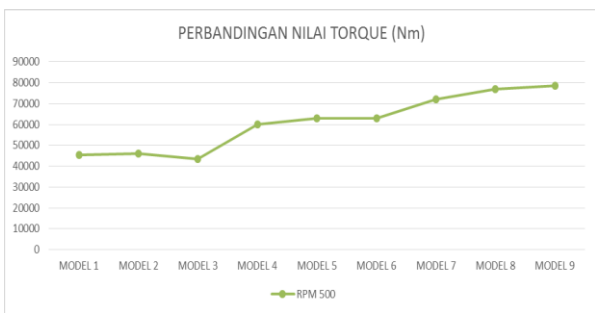
Gambar 10. Grafik Perbandingan Nilai Thrust

4.3.2 Pembahasan Torque

Dari hasil analisa didapatkan torque terbesar yaitu propeller Model 9 dengan nilai 78644 Nm. Dan hasil propeller lain dapat dilihat pada (tabel 5) berikut:

Tabel. 5 Perbandingan nilai torque

VARIASI MODEL	TORQUE (Nm)
MODEL 1	45408,8
MODEL 2	45935,9
MODEL 3	43574,1
MODEL 4	60156,4
MODEL 5	62877,3
MODEL 6	62992,2
MODEL 7	72112,5
MODEL 8	77007,9
MODEL 9	78644



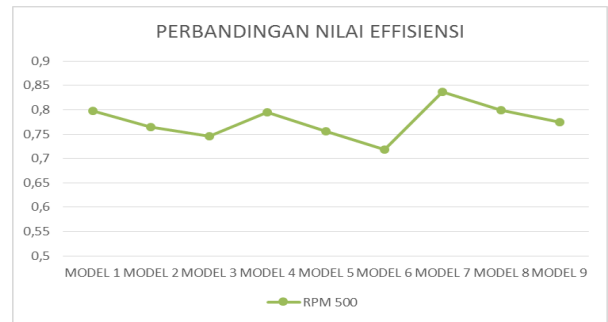
Gambar 11. Grafik Perbandingan Nilai Torque

4.3.3 Pembahasan Effisiensi

Dari hasil analisa *effisiensi* tertinggi pada 500 rpm yaitu propeller B-Series Model 7 (P/D 1,0 & AE/AO 0,45) dengan nilai 0,837. Dan hasil propeller lain dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Perbandingan nilai Effisiensi

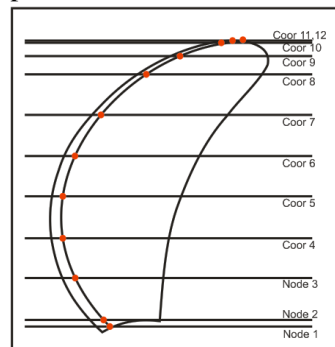
VARIASI MODEL	EFFISIENSI
MODEL 1	0,797
MODEL 2	0,764
MODEL 3	0,746
MODEL 4	0,795
MODEL 5	0,756
MODEL 6	0,718
MODEL 7	0,837
MODEL 8	0,799
MODEL 9	0,775



Gambar 12. Grafik Perbandingan Effisiensi

4.3.4 Pembahasan Pressure

Berikut adalah koordinat dari setiap titik dan garis yang digunakan untuk menentukan pressure pada analisa

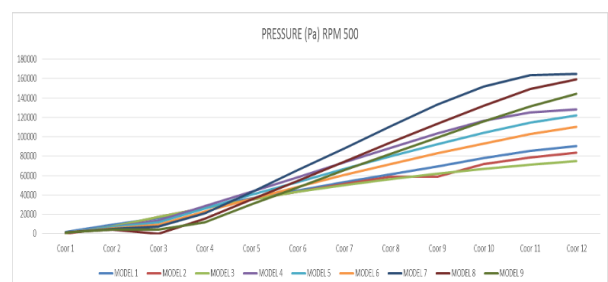


Gambar 13. Koordinat Pressure

Dari hasil analisa propeller Model 3 memiliki *pressure* rata-rata terendah senilai 42561,25 Pa, Seperti yang telah terdapat pada (tabel 6) berikut:

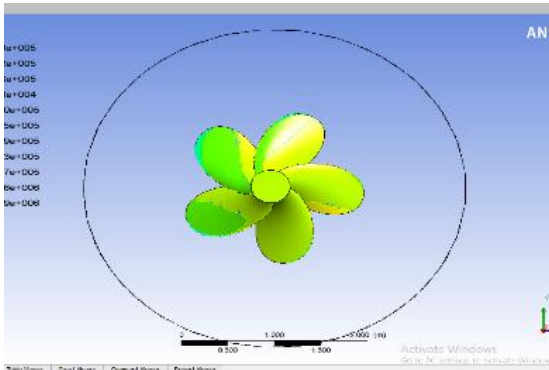
Tabel. 7 Tabel Pressure

	PRESSURE (Pa) 500 RPM								
	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5	MODEL 6	MODEL 7	MODEL 8	MODEL 9
Coor 1	1631,65	1279,97	243,207	1008	1004,5	987,52	857,45	842,45	830,6
Coor 2	9250,46	6724,98	7191,23	6512	6452	5582	4982,15	4521,11	4423,9
Coor 3	16020,4	17097,1	17293,1	13476,8	11422,9	9116,24	7164,23	5241,87	4202,6
Coor 4	27291,6	26529,3	26595,9	28104,1	25875,1	23121,9	20965,8	15471,3	11690,7
Coor 5	36189,2	35096,5	35026,7	43039,3	39934,7	36004,3	42854	35184,9	29991,4
Coor 6	44666,5	43375,6	43002,1	58368,3	53391,8	48365,1	65386,2	54616,5	47726,4
Coor 7	52993,3	51246,4	50091,2	73727,8	66858,6	60404,2	88175,5	74455,4	65511,8
Coor 8	61162,4	58529,1	56367,8	88728	79855,8	71959,9	110986	94103,9	82443,1
Coor 9	69621,1	58692,9	61960,6	103403	92456,2	82823,6	133106	113307	99024,3
Coor 10	78097,9	72141,7	66794,7	116283	104175	93049,3	152091	131824	115681
Coor 11	85498,5	78523,3	71167	125247	114762	102599	163658	149250	131198
Coor 12	90420,5	83899,9	75001,5	128020	121952	110163	164907	159212	144349
Total	572843,51	531856,78	510735,037	785917,3	718140,6	644176,06	955133,33	832788,56	737072,8
Rata-Rata	47736,96	44321,40	42561,25	65493,11	59845,05	53681,34	79594,44	69399,05	61422,73



Gambar. 14 Grafik *Pressure*

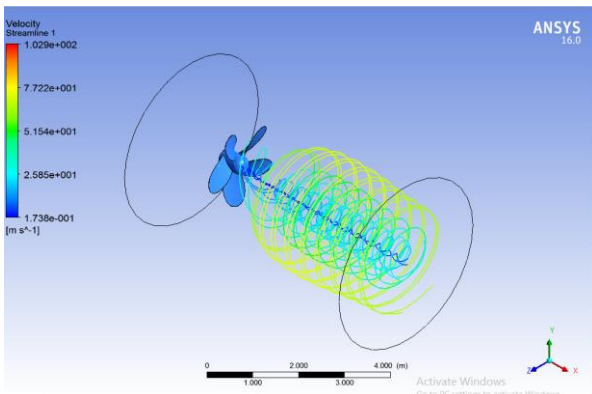
Pada simulasi *conture* didapatkan propeller model 3 memiliki warna dengan nilai *pressure* yang rendah.



Gambar. 15 Model 3

4.3.5 Pembahasan Velocity

Terdapat 6 koordinat untuk menentukan kecepatan rata - rata pada analisa. Setelah dibandingkan, didapatkan turbulensi terbaik pada *propeller* model 5 yang memiliki kecepatan rata – rata 18,55 m/s, berikut simulasi aliran *propeller* :



Gambar.16 Model 5

Tabel.8 Perbandingan Velocity

VELOCITY	
MODEL 1	18,07
MODEL 2	18,2
MODEL 3	17,49
MODEL 4	18,8
MODEL 5	18,55
MODEL 6	18,86
MODEL 7	18,65
MODEL 8	18,63
MODEL 9	18,5

4.4. Analisa Keseluruhan

Dari penyajian gambar, grafik dan tabel di atas. Menunjukkan perbandingan sifat *propeller* sebagai berikut :

1. Nilai *thrust* terbesar dihasilkan *Propeller* model 8 ($Ae/Ao = 0,6$, $P/D = 1$) dengan nilai sebesar 68040,9 N.
2. Nilai *torque* terbesar dihasilkan *Propeller* model 9 ($Ae/Ao = 0,75$, $P/D = 1$) dengan nilai sebesar 78644 N m.
3. Nilai *effisiensi* terbesar dihasilkan oleh *Propeller* Model 7 ($Ae/Ao = 0,45$, $P/D = 1,0$) dengan nilai sebesar 0,837
4. Nilai *pressure* terendah dihasilkan *Propeller* model 3 ($Ae/Ao = 0,75$, $P/D = 0,6$) dengan nilai rata – rata 42561,25 Pa.
5. Perbandingan *Streamline Velocity* didapatkan hasil bahwa *propeller* model 5 ($Ae/Ao = 0,8$, $P/D = 0,6$) memiliki turbulensi terkecil dengan range kecepatan dibawah 18,55 m/s.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan simulasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan analisa model *propeller B-5 Series* dengan variasi *Pitch Ratio* (0.6, 0.8 & 1.0) dan *Blade Area Ratio* (0.45, 0.6 dan 0.75) didapatkan hasil bahwa, apabila semakin besar nilai *Blade Area Ratio* (Ae/Ao) maka nilai gaya dorong (*thrust*) akan semakin besar dan begitu juga dengan *pitch ratio*. Untuk *pitch ratio*, apabila nilai

pitch ratio semakin besar maka nilai *thrust* akan semakin besar dan sebaliknya. Dari analisa model juga dapat dilihat bahwa semakin besar nilai *blade area ratio* (A_e/A_o), maka akan semakin kecil nilai rata – rata *pressure* yang terjadi, sedangkan apabila semakin besar nilai *pitch ratio* (P/D), maka akan semakin besar pula nilai rata – rata *pressure* nya.

2. Setelah mendapatkan hasil dari *propeller B-5 Series* dengan variasi sudut *Pitch Ratio* (0,6 0,8 & 1,0) dan *Blade Area Ratio* (0,45 0,6 dan 0,75) yang berjumlah 9 Model, maka dilakukan perbandingan pada RPM 500. Dan didapat hasil *thrust* paling besar senilai 68,04 kN pada Model 8 (P/D 1,0 & AE/AO 0,6), untuk nilai *torque* paling besar senilai 78644 N.m pada Model 9 (P/D 1,0 & AE/AO 0,75), untuk nilai *pressure* terendah senilai 42,56 kPa pada Model 3 (P/D 0,6 & AE/AO 0,75), untuk nilai *effisiensi* paling tinggi senilai 0,837 pada Model 7 (P/D 1,0 & AE/AO 0,45), sedangkan aliran turbulensi terbaik yaitu 18,55 m/s pada model 5 (P/D 0,8 & AE/AO 0,6).
3. Dari Perbandingan di atas didapatkan *propeller* yang optimum untuk digunakan pada kapal rumah sakit tipe katamaran yaitu *Propeller B – 5 series* dengan *pitch ratio* 0,8 dan *blade area ratio* 0,6 atau pada Model 5 dengan nilai *thrust* sebesar 52,59 KN, *torque* 62,877 Nm, rata-rata tekanan 59,845 kPa, dan aliran turbulen dengan kecepatan rata - rata 18,55 m/s serta nilai *effisiensi* sebesar 0,756.

5.2. Saran

1. Akan lebih baik jika penelitian ini dilanjutkan dengan variasi lain seperti sudut *rake* atau jumlah daun pada kapal katamaran.
2. Melakukan analisa engine matching pada kapal katamaran dengan daya *thrust* yang sudah ada.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sabastian, Bondan Al Akbar. 2017, *Perencanaan Sistem Penggerak Kapal Katamaran dengan Variasi Jarak Demihull sebagai Kapal Rumah Sakit*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, ITS : Surabaya
- [2] Bangkit Setyabudi, Putra. 2016. *Analisa Nilai Thrust dan Torque Propeller Tipe B-Series pada Kapal Selam Midget 150M dengan Variasi Skew Angle dan Blade Area Ratio (A_e/A_o) Menggunakan Metode CFD*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan, UNDIP : Semarang
- [3] Mairuhu, Thomas, 2010, *Pengaruh pergantian motor induk di kapal terhadap efisiensi system propulsi*, Jurnal TEKNOLOGI, Jurusan Teknik Perkapalan, UNPATTI
- [4] Manik, Parlindungan, 2008, *Buku Ajar Propulsi Kapal*, Jurusan Teknik Perkapalan, UNDIP: Semarang
- [5] Cahyaning Ati, Wisnu, 2011, *Analisa Pengaruh Variasi Sudut Rake Propeller B-Series Terhadap Distribbusi Aliran Fluida Dengan Metode CFD*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, ITS: Surabaya
- [6] Simbolon, Herbert. 2015, *Analisa Nilai Maximum Thrust Propeller B-Series dan Kaplan Series Pada kapal Tugboat Ari 400 HP dengan Variasi Diameter, Jumlah Daun, Sudut Rake Menggunakan CFD*, Tugas akhir, Jurusan Teknik Perkapalan, UNDIP : Semarang.
- [7] Carlton, J.2007. *Marine Propellers and Propulsion*, 2nd Edition. Butterworth-Heinemann
- [8] Purwanto, Ajib Wahab, 2014, *Analisa pengaruh variasi hullform terhadap hambatan total kapal selam dengan Metode CFD*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan, UNDIP: Semarang
- [9] Huda, Nurul, 2013, *Analisa pengaruh Energy Saving Device pada Propeller dengan Metode CFD*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan, UNDIP: Semarang
- [10] Paul Anderson, Jens J.Kappel, Eugen Spangenberg, 2009, *Aspects of Propeller Developments for a Submarine*, Department
- [11] Hafiz, Dian. 2011. *Analisa Pengaruh Aliran Fluida Yang Ditimbulkan Oleh Gerakan Putaran Propeller Pada Kapal Ikan Terhadap Tekanan Propeller dengan Pendekata CFD*. Semarang : UNDIP
- [12] Utama, I K A P. 2009, *Kapal Riset yang Ekonomis dengan Lambung Katamaran*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya

