

Analisa Sudut Serang Hidrofoil Terhadap Gaya Angkat Kapal Trimaran Hidrofoil Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics (Cfd)

Aji Suryadi, Irfan Syarif Arief, dan Amiadji

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail : irfansya@its.ac.id

Abstrak—Indonesia merupakan negara maritim, namun sebagian besar masyarakat Indonesia masih menggantungkan hidupnya pada sektor agraris. Sektor maritim perlu dikembangkan dan kendaraan laut sangat dibutuhkan sebagai fasilitas untuk mengembangkan sektor maritim. Peningkatan efisiensi kerja kapal bisa dilakukan dengan penambahan komponen hidrofoil yang dipasang pada lambung kapal Trimaran. Prinsip kerja dari hidrofoil yang terpasang pada lambung kapal Trimaran adalah hidrofoil yang memiliki sudut serang akan bergesekan dengan aliran sehingga menghasilkan gaya hambat kapal searah sumbu-X dan gaya angkat kapal searah sumbu-Y. Pada penulisan tugas akhir ini penulis menganalisa mengenai pengaruh sudut serang hidrofoil terhadap gaya angkat kapal Trimaran Hidrofoil. Sudut serang divariasikan sebesar 10° , 20° dan 30° dengan Analisa menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics (CFD)*. Penelitian menghasilkan kesimpulan bahwa sudut serang terbaik berbeda-beda pada tiap kecepatan. Kecepatan 20 knot memiliki sudut serang hidrofoil terbaik sebesar 30 derajat. Kecepatan 30 knot memiliki sudut serang hidrofoil terbaik sebesar 20 derajat. Kecepatan 40 knot kapal sudah mencapai kondisi *stall* dimana kapal hidrofoil sudah kehilangan gaya angkat.

Kata Kunci—Sudut Serang, Hidrofoil, Trimaran, Gaya Angkat, CFD

I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi besar di bidang maritim. Seiring pertumbuhan industri perkapalan semakin banyak pula teknologi yang digunakan agar kapal yang dibuat memiliki tingkat kenyamanan tinggi dan dapat memenuhi kebutuhan akan efisiensi waktu. Desain kapal dibuat sebaik mungkin agar kapal memiliki stabilitas dan tahanan kapal terbaik. Semakin besar tahanan kapal menyebabkan kapal sulit mencapai kecepatan maksimum sehingga menyebabkan waktu perjalanan kapal semakin lama serta berkurangnya kenyamanan di kapal. Penambahan hidrofoil pada lambung kapal sebagai upaya pengurangan tahanan kapal menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

Penelitian pertama memberikan informasi mengenai pola aliran maupun gaya yang terjadi pada penambahan maupun modifikasi *foil*. Analisa desain untuk kecepatan dan berat

yang tetap, desain maksimal didapatkan dengan kombinasi kecepatan-berat dengan perbandingan L/D yang maksimum dan bebas kavitasitas[1]. Penelitian kedua mengenai analisa posisi sudut serang dari hidrofoil yang paling baik untuk kestabilan hidrofoil. Metode analisa menggunakan *software* *hydromax pro* dengan metode pendekatan *free surface area* dengan CFD. Namun konfigurasi ini tidak dapat menstabilkan-sendiri. Kegagalan membuat penyesuaian yang benar akan membuat lambung kapal berbenturan dengan permukaan laut yang akan mempengaruhi kestabilan kapal[2]. Penelitian ketiga meneliti pengaruh gaya gelombang dan arus laut terhadap pembangkitan gaya angkat. Salah satunya adalah penggunaan *foil* NACA untuk meningkatkan gaya angkat kapal. Gaya angkat kapal sebagai konsep utama dirancang sedemikian rupa sehingga *foil* yang digunakan dapat berfungsi maksimal sesuai kebutuhan *displacement*. Kapal yang seperti ini disebut dengan kapal hidrofoil[3].

Penelitian ini mengenai modifikasi kapal trimaran dengan penambahan hidrofoil agar memiliki tahanan relatif kecil. Penelitian ini memfokuskan pada pengaruh perubahan sudut serang hidrofoil terhadap gaya angkat kapal pada kecepatan dinas kapal. Keuntungan dari optimasi ini dapat diketahui sudut serang hidrofoil yang paling tepat untuk efisiensi kecepatan dan daya kapal.

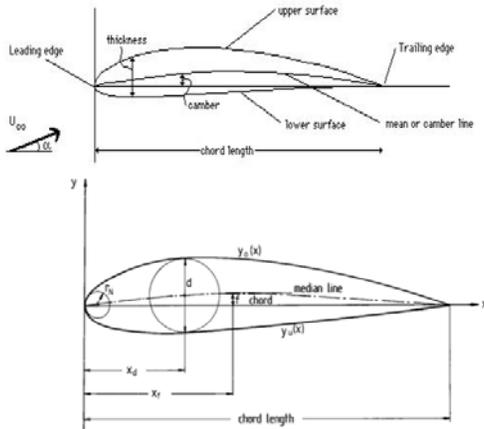
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kapal Trimaran

Kapal Trimaran merupakan kapal yang mempunyai 3 lambung, yaitu satu *main hull* dan dua *side hull* atau disebut juga *outriggers* sehingga mempunyai nilai stabilitas yang tinggi. Kelebihan kapal lambung *Trimaran* adalah Memiliki geladak yang lebih lebar dan luas. Peningkatan kecepatan akan tercapai dengan daya mesin yang rendah dan bahan bakar ekonomis, dan Kenyamanan dan kestabilan yang dihasilkan lebih baik Trimaran dengan geladak yang lebih besar adalah salah satu konsep rancangan yang berhasil dalam mengatasi gerakan oleng yang merupakan kelemahan umum kapal konvensional[6].

B. Hidrofoil NACA

NACA merupakan salah satu referensi untuk pemilihan *foil* yang populer saat ini. Pengujian yang dilakukan NACA lebih sistematis dengan membagi pengaruh efek kelengkungan dan distribusi ketebalan serta pengujianannya dilakukan pada berbagai nilai bilangan Reynold. *Foil* NACA mempunyai parameter-parameter dalam bentuknya. Gambar dibawah menunjukkan komponen parameter geometri airfoil NACA.



Gambar 1. Komponen Parameter Geometri Foil NACA

Dimana:

- C : panjang *chord*
- F : maksimum *chamber*
- f/c : rasio *chamber*
- Xf : posisi maksimum *chamber*
- D : ketebalan maksimum *airfoil*
- d/c : *thickness-chord ratio*
- x_d : posisi ketebalan maksimum
- rN : *nose radius*

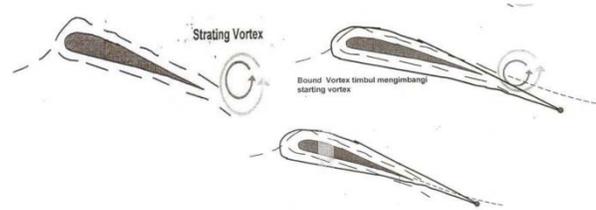
Selain seri empat digit dan lima digit NACA masih memiliki klasifikasi seri yang lain, yaitu NACA Seri-1 (Seri 16), NACA Seri 6, NACA Seri 7, NACA Seri 8, dan NACA Seri 16[4].

C. Konsep Gaya Angkat dan Gaya Hambat

Gaya angkat pada *foil* bergantung pada koefisien gaya angkat yang dihasilkan oleh *foil*. Koefisien gaya angkat, *Coefficient Lift* (CL) dipengaruhi oleh desain bentuk *chamber* dari *foil*. *Coefficient Lift* yang dihasilkan oleh suatu *foil* bervariasi secara linear dengan sudut serang (α) tertentu. Kemiringan garis ditandai dengan a_0 yang disebut *lift slope*. Pada bagian ini aliran udara bergerak dengan mulus dan masih menempel pada hampir seluruh permukaan airfoil. Semakin bertambah besar α , aliran udara cenderung untuk separasi dari permukaan atas airfoil, membentuk ulakan besar “*dead air*” di belakang airfoil. Pada aliran separasi ini, aliran udara berputar dan sebagian aliran bergerak ke arah yang berlawanan dengan aliran *freestream* disebut juga *reversed flow*.

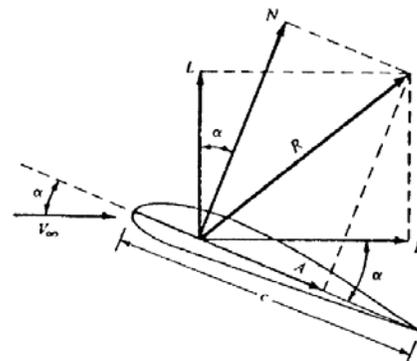
Aliran yang berpisah merupakan efek dari viskositas. Konsekuensi dari perpisahan aliran pada α tinggi adalah pengurangan gaya angkat dan bertambah besarnya gaya hambat akibat *pressure drag*, kondisi ini disebut kondisi *stall*. Nilai maksimum dari CL berada tepat sebelum kondisi *stall*

yang dilambangkan dengan max CL. Max CL merupakan aspek paling penting dari performa foil.



Gambar 2. Proses Terbentuknya Gaya Angkat

Sudut serang (α) juga merupakan sudut antara gaya *lift* (L) dan gaya normal (N) dan gaya *drag* (D) dan gaya aksial (A).



Gambar 3. Resultan Gaya Aerodinamik pada Hidrofoil

Resultan dari tegangan geser dan distribusi tekanan dapat diperoleh dengan mengintegrasikan pengaruh-pengaruh dari kedua besaran ini pada permukaan benda. Komponen x dan y dari gaya fluida pada elemen luas kecil sebesar dA adalah

$$dF_x = (pdA) \cos \Theta + (\tau_w dA) \sin \Theta \quad (2.1)$$

dan

$$dF_y = -(pdA) \sin \Theta + (\tau_w dA) \cos \Theta \quad (2.2)$$

F_x : Gaya Horizontal (N)

F_y : Gaya Vertikal (N)

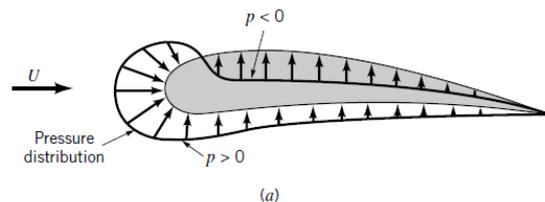
p: Tekanan (Pa)

A : Luas Acuan (m^2)

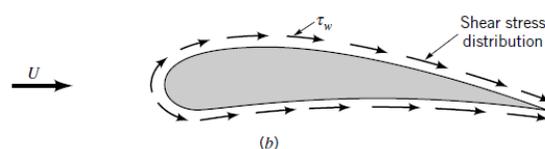
Θ : Sudut Benda dengan bidang

τ_w : Tegangan geser dinding (Pa)

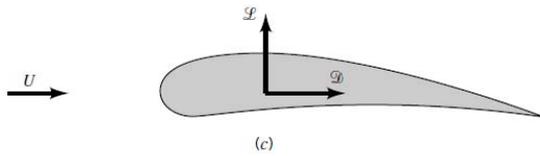
Jadi, komponen x dan y netto dari gaya pada benda adalah



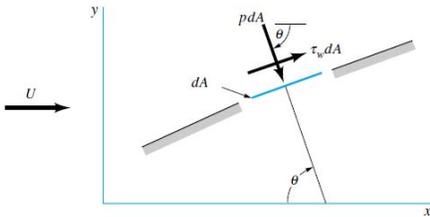
Gambar 4. Distribusi Tekanan Hidrofoil



Gambar 5. Gaya Viskos Hidrofoil



Gambar 6. Gaya Resultan Lift dan Drag



Gambar 7. Gaya Tekanan dan Gaya Geser pada Elemen Kecil dari Permukaan Benda

$$D = \int dF_x = \int p \cos \Theta \, dA + \int \tau_w \sin \Theta \, dA$$

dan

$$L = \int dF_y = -\int p \sin \Theta \, dA + \int \tau_w \cos \Theta \, dA$$

- D : Gaya hambat
- L : Gaya Angkat
- F_x : Gaya Horizontal (N)
- F_y : Gaya vertikal (N)
- p: Tekanan (Pa)
- Θ : Sudut benda dengan Bidang
- A : Luas acuan (m²)
- τ_w : Tegangan geser (Pa)

Tegangan geser maupun tekanan sama-sama memiliki pengaruh terhadap *lift* dan *drag*, karena untuk sembarang benda dengan sudut, θ tidak nol ataupun 90° pada benda. *Koefisien lift*, C_L dan *koefisien drag*, C_D, didefinisikan sebagai :

$$C_L = \frac{L}{\rho U^2 A}$$

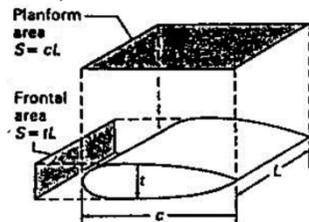
dan

$$C_D = \frac{D}{\rho U^2 A}$$

dimana :

- C_D = koefisien gaya hambat (*drag*)
- C_L = koefisien gaya angkat (*lift*)
- ρ = densitas fluida (kg/m³)
- A = luasan acuan (m²)
- c = panjang chord (m)
- V_∞ = kecepatan fluida relatif terhadap obyek (m/s)

Dua definisi yang sering digunakan adalah *frontal area* (luasan yang tampak jika kita memandang benda dari arah datang aliran) dan *planform area* (luasan benda yang tampak dari atas).



Gambar 8. Definisi Luas Planform dan Luas Frontal

$$C_D = C_D(\alpha, Re)$$

$$C_L = C_L(\alpha, Re)$$

Dimana

α : Sudut serang

Re : bilangan Reynolds

Analisa dimensional koefisien tahanan dan koefisien gaya angkat untuk suatu bentuk benda dalam aliran *incompressible steady* adalah fungsi dari parameter tak berdimensi[4].

D. Metode Computational Fluid Dynamics (CFD)

Metode CFD merupakan metode penyelesaian dengan pemodelan gambar yang berhubungan dengan aliran fluida. CFD digunakan untuk mensimulasikan interaksi fluida-fluida dengan permukaan benda (*boundary condition*), memprediksi aliran fluida, perpindahan panas, perubahan fase, reaksi kimia dan tegangan pada permukaan benda padat[6].

Pada proses simulasi terdapat tiga tahap yang harus dilakukan, yaitu : *pre-processing*, *solving* dan *post processing*. *Pre-processing* merupakan proses memasukkan data, *Solving* merupakan proses menghitung dari data masukan yang telah diberikan dengan metode *numeric solver*, *Post processing* merupakan tahap simulasi untuk menginterpretasikan kondisi – kondisi yang telah dibuat[5].

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penyelesaian masalah pada penelitian ini maka digunakan metode *Computational Fluid Dynamics*. Proses pengerjaan penelitian dibagi dalam 3 tahapan utama yaitu Persiapan (Identifikasi masalah, Studi Literatur, Pengumpulan data, Penentuan variabel uji), Analisa (Pembuatan model kapal Trimaran di software, Pembuatan model Hidrofoil, Pengujian dan modifikasi model, Analisa data), dan Kesimpulan.

Tahap pertama berupa persiapan data-data dan dokumen yang dibutuhkan untuk penelitian. Identifikasi rumusan masalah mencakup keadaan laut yang nantinya akan digunakan untuk menentukan jenis aliran yang berpengaruh terhadap efisiensi kerja. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan referensi untuk dipelajari sebagai bahan pendukung kegiatan penelitian. Pengumpulan data mengenai kondisi laut yang berkaitan dengan pelayaran yang akan dilakukan kapal *Trimaran Hidrofoil*.

Tahap kedua berupa proses pembuatan bahan penelitian dan proses pencarian solusi untuk menyelesaikan penelitian. Penentuan parameter uji dalam *Computational Fluid Dynamics* meliputi Variabel kontrol (Sudut serang *Hidrofoil* dan Kecepatan kapal), Variabel bebas (Tipe aliran air laut), dan Variabel tetap (Besar gaya angkat kapal)

Pembuatan model kapal *Trimaran* dilakukan dengan memakai data kapal *Trimaran* yang telah ada. Ukuran kapal yang dipakai pada penelitian ini menggunakan kapal Marine Solar Boat Team ITS. Pembuatan model standar hidrofoil NACA 23021 yang memiliki kualitas terbaik pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Tahap ketiga berupa analisa data dan penentuan besar sudut serang hidrofoil terbaik pada setiap model kapal *Trimaran*

Hidrofoil. Sudut serang hidrofoil terbaik ditentukan berdasarkan model yang mempunyai perbandingan gaya angkat terhadap tahanan kapal Trimaran Hidrofoil.

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Penggambaran model Trimaran Hydrofoil

Pada tahap ini kapal yang dibuat menggunakan kapal Marine Solar Boat Team ITS. Dibawah ini merupakan gambar *body plan* dan *half breadth plan* kapal trimaran yang akan digunakan pada analisa ini.

Spesifikasi Ukuran Kapal

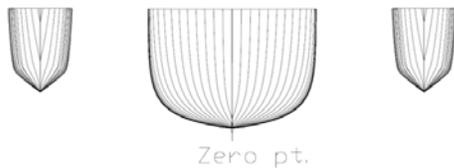
L_{pp} : 5,50 m

B : 2,75 m

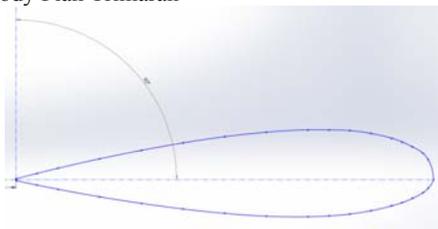
T : 0,2 m

H : 1,0 m

Δ : 0,1641 ton

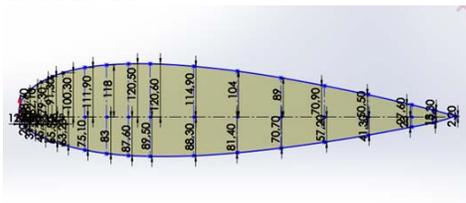


Gambar 9. Body Plan Trimaran



Gambar 10. Sudut Serang Hidrofoil

Pada tahap ini, setiap koordinat foil NACA digambarkan sesuai dengan jenis NACA yang telah ditentukan. Langkah pertama adalah membuat titik – titik koordinat dimensi hidrofoil NACA 23021



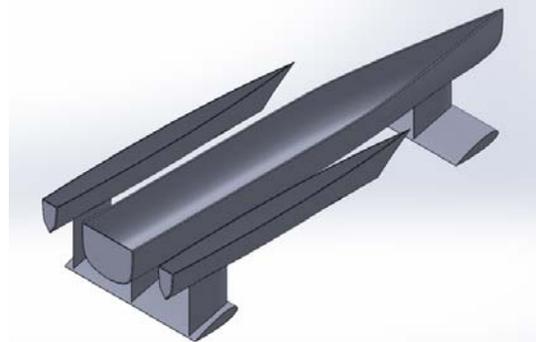
Gambar 11. Konfigurasi Koordinat Foil

Ukuran *strut* yang digunakan pada penelitian ini sebesar 60% dari ukuran asli. Ketinggian *strut* didesain agar aliran gelombang fluida dapat mengalir dengan baik sebesar 0,4 m. Ukuran foil didesain sesuai ukuran kapal sebesar 60% dari ukuran asli. Perhitungan gaya angkat dilakukan pada 3 kondisi kecepatan 20 knot, 30 knot, dan 40 knot. Perhitungan dengan menggunakan excel menghasilkan data sebagai berikut :

Kecepatan	20 knot	30 knot	40 knot
		149414,934	265626,550
Lf	66406,6377	8	8

	102905,874	182943,776
Lb	45735,9441	2
		4

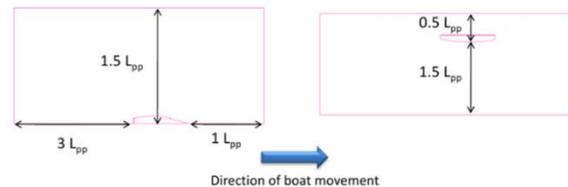
Dengan toleransi yang telah dimasukkan maka dapat disimpulkan foil yang digunakan untuk hidrofoil pada kapal trimaran ini memiliki lebar foil belakang sebesar 1,8 m dan foil depan 1,2 m serta jarak antar foil sebesar 3,9 m.



Gambar 12. Desain Kapal Trimaran

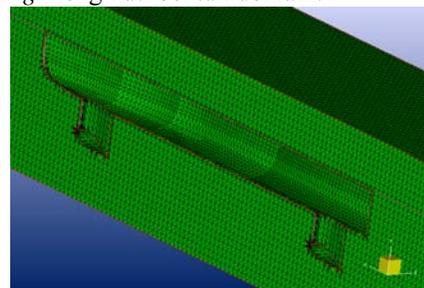
Meshing

Sebelum melakukan *meshing*, terlebih dahulu dilakukan proses pembuatan domain. Ukuran domain memiliki standar ukuran boundary agar hasil analisa bisa sesuai dengan keadaan lingkungan sebenarnya.



Gambar 13. Standar Ukuran Boundary Domain

Parameter *meshing* pertama adalah *initial mesh*, dimana pada parameter pertama ini didefinisikan ukuran pembagian geometri seluruh domain. Parameter kedua mendefinisikan mengenai bagian-bagian yang harus mendapatkan perbaikan lebih dari yang lain, biasanya terdapat pada bagian ujung domain. Parameter ketiga mengenai perbaikan dari parameter pertama dan kedua dimana bagian *meshing* akan menjadi lebih halus dan menyentuh setiap bagian geometri domain. Parameter keempat merupakan parameter optimasi agar bagian *meshing* mengikuti bentuk domain.



Gambar 14. Hasil Meshing

Parameter kelima mengenai kondisi *meshing* pada bagian permukaan benda. Pada parameter *meshing* kelima ini memerlukan ukuran dan kecepatan kapal sehingga dihasilkan angka Reynolds dan angka Froude yang dipengaruhi ukuran dan kecepatan kapal

B. Pengaturan dan Simulasi Model

Proses selanjutnya setelah dilakukan *meshing* dan definisi geometri adalah proses pengaturan parameter simulasi aliran. Kondisi aliran terbagi menjadi 2 jenis yaitu aliran *steady* dan aliran *unsteady*. Definisi fluida dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian fluida air laut dan fluida udara. Pada analisa ini bagian fluida dipisahkan oleh *internal surface* yang dibuat pada proses penggambaran geometri kapal trimaran hidrofoil. Parameter ukuran dan kecepatan kapal diperlukan untuk mendapatkan nilai Angka Reynolds dan Angka Froude.

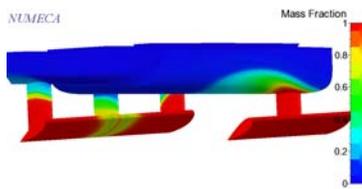
Batas domain perlu didefinisikan untuk membedakan jenis batasan. Kondisi batas bisa berupa fungsi dinding yang memiliki definisi nilai gesek atau batas tanpa slip/gesekan. Jenis dinding yang digunakan pada semua bagian geometri kapal. Definisi bagian-bagian domain yang merupakan bagian dari badan kapal dikelompokkan menjadi satu komponen. Titik apung kapal dan jenis gerakan kapal didefinisikan sesuai perhitungan dan kebutuhan analisa.

C. Hasil Simulasi Model

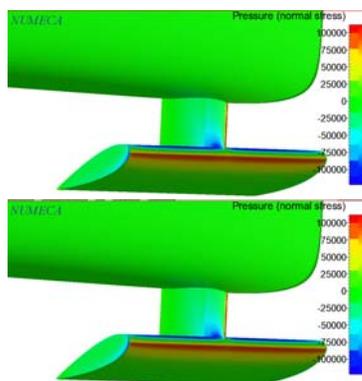
Model yang disimulasikan akan menghasilkan data berupa nilai distribusi tekanan pada lambung kapal, gaya angkat kapal, tahanan kapal, dan momen kapal.



Gambar 15. Ketinggian Gelombang

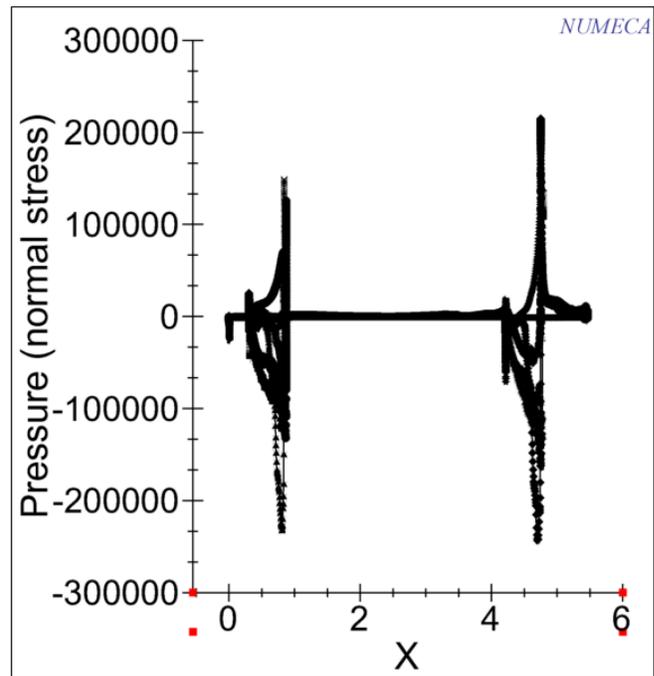


Gambar 16. Luas Permukaan Basah



Gambar 17. Distribusi Tekanan

Hasil simulasi yang dilakukan dengan 3 variasi sudut dan 3 variasi kecepatan menghasilkan data antara lain Distribusi Tekanan dan Gaya angkat. Data-data yang ada didalam tabel 4 kemudian diplotkan kedalam grafik untuk mengetahui karakteristik dari setiap model yang telah dianalisa.



Gambar 18. Grafik Cartesian Tekanan
Setelah didapatkan grafik cartesian tekanan dari semua model maka dilanjutkan dengan perhitungan gaya angkat pada hidrofoil depan dan hidrofoil belakang. Persamaan yang digunakan adalah persamaan Bernoulli

$$P^1 - P^2 = (F^1 - F^2) A$$

Dimana :

P1 : Tekanan dibawah Foil (Pa)

P2 : Tekanan diatas Foil (Pa)

F1 : Gaya angkat dibawah Foil (Newton)

F2 : Gaya angkat diatas Foil (Newton)

A : Luas Permukaan Foil (m²)

Tabel 1. Distribusi Tekanan Terhadap Gaya angkat Foil Depan

No	Sudut	Kecepatan (knot)	Tekanan Foil Depan (Pa)		Luas Permukaan Foil (m ²)	Gaya Angkat (Newton)
			Bawah	Atas		
1	10	20	35000,00	0,00	4,08	142800,00
		30	75000,00	10000,00	4,08	265200,00
		40	140000,00	50000,00	4,08	367200,00
4	20	20	5000,00	-30000,00	4,08	142800,00
		30	10000,00	-75000,00	4,08	346800,00
		40	40000,00	-100000,00	4,08	571200,00
7	30	20	-25000,00	-60000,00	4,08	142800,00
		30	-40000,00	-110000,00	4,08	285600,00

Tabel 2. Distribusi Tekanan terhadap Gaya Angkat Foil Belakang

No	Sudut	Kecepatan (knot)	Tekanan Foil Belakang		Luas Permukaan Foil (m ²)	Gaya Angkat (Newton)
			Bawah	Atas		
1	10	20	50000,00	10000,00	2,81	112400,00
		30	100000,00	40000,00	2,81	168600,00
		40	160000,00	100000,00	2,81	168600,00
4	20	20	15000,00	-15000,00	2,81	84300,00
		30	20000,00	-60000,00	2,81	224800,00
		40	25000,00	-150000,00	2,81	491750,00
7	30	20	-7500,00	-35000,00	2,81	77275,00
		30	-15000,00	-75000,00	2,81	168600,00

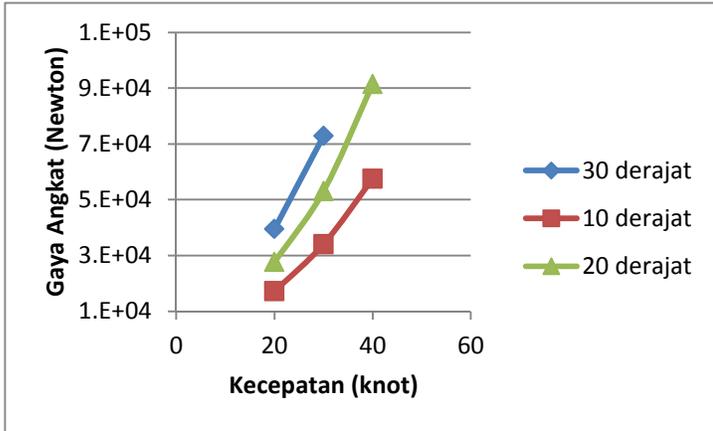
D. Pembahasan

Hasil simulasi yang dilakukan dengan 3 variasi sudut dan 3 variasi kecepatan menghasilkan data nilai hasil running analisa geometri kapal. Data-data yang dihasilkan antara lain Gaya angkat, Tahanan Kapal dan Momen. Data-data yang ada

didalam tabel 4 kemudian diplotkan kedalam grafik untuk mengetahui karakteristik dari setiap model yang telah dianalisa. Berikut akan dibahas setiap karakteristik model pada tabel di atas

1) Perbandingan Kecepatan >< Gaya angkat

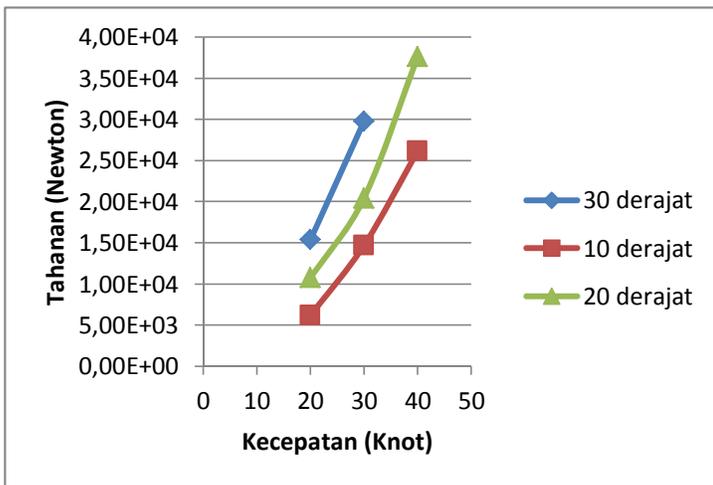
Grafik dibawah menunjukkan semakin besar kecepatan kapal maka gaya angkat pun akan semakin besar. Selain itu perubahan sudut serang dari hidrofoil menyebabkan gaya angkat juga semakin besar pada kecepatan yang sama.



Gambar 19 Grafik Perbandingan Kecepatan Kapal terhadap Gaya Angkat Kapal

2) Perbandingan Kecepatan >< Tahanan

Grafik dibawah menunjukkan semakin besar kecepatan kapal maka tahanan kapal pun akan semakin besar. Selain itu perubahan sudut serang dari hidrofoil menyebabkan tahanan kapal juga semakin besar pada kecepatan yang sama.



Gambar 20 Grafik Perbandingan Kecepatan Kapal terhadap Tahan Kapal

1. Sudut serang terbaik pada kecepatan 20 knot sebesar 30 derajat. Gaya angkat yang dihasilkan sebesar 39,546 kN.
2. Sudut serang terbaik pada kecepatan 30 knot sebesar 20 derajat. Gaya angkat yang dihasilkan sebesar 53,119 kN.
3. Sudut serang terbaik pada kecepatan 40 knot sebesar 10 derajat. Gaya angkat yang dihasilkan sebesar 57,501 kN.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis A.S mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Beasiswa Bidik Misi tahun 2012-2016 serta kepada bapak Irfan Syarif Arief, S.T.,M.T dan bapak Ir. Amiadji, M.Sc selaku pembimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwanto D, Hantoro R, Utama I. 2010. Kajian Perbaikan Performansi Pada Hydrofoil Kapal Cepat Dengan Penambahan Sirip Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD). Surabaya (ID): ITS Library.
- [2] Praseno E. 2010. Analisis Pengaruh Sudut Foil Samping Terhadap Kaki Hydrofoil untuk Stabilitas Kapal dengan Pendekatan Free Surface Area CFD. Surabaya (ID): ITS Library.
- [3] Wonggiawan F, Budiarto U, Rindo G. 2015. Studi Perancangan Hydrofoil Kapal Penumpang Untuk Perairan Kepulauan Seribu. Surabaya (ID): ITS Library.
- [4] Kuncoro DN. 2012. Simulasi Perhitungan Torsi, Daya, dan Efisiensi Turbin Darrieus Pada hydrofoil NACA 0012 Dari Karakteristik C_L dan C_D Hasil Simulasi Fluent. Semarang (ID): UNDIP.
- [5] Anonim. 2012. Computational Fluid Dynamics. cfd.online.com. [diakses pada 29 Mei 2016].
- [6] Samuel, Sisworo SJ, Bangun MA. 2013. Studi Konfigurasi Lambung Kapal Trimaran dengan Bantuan Computational Fluid Dynamic (CFD). Semarang (ID): UNDIP.

V. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi dan analisa data pada kapal trimaran hidrofoil dengan kondisi seperti yang dijelaskan pada bagian sebelumnya, maka penulis menarik beberapa kesimpulan yaitu