

DESIGN STUDI PERANCANGAN WAKE EQUALIZING DUCT DALAM MENGOPTIMALKAN ALIRAN FLUIDA DIBURITAN KAPAL KRISO CONTAINER SHIP (KCS) DENGAN MTODE CFD

Andi Satriawan Lubis, Deddy Chrismianto, Parlindungan Manik.
Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Email : andisatriawanlubis182@gmail.com

Abstrak

Pembangunan kapal menuntut efisiensi yang tinggi dan hemat energi, berbagai macam ESD (*Energi Saving Device*) untuk meminimalisirkan penggunaan daya atau mengecilkan hambatan, WED (*Wake Equalizing Duct*) merupakan salah satu bentuk dalam mengoptimalkan aliran fluida dibelakang kapal dan menaikkan nilai efisiensi dengan menggunakan hull dari badan kapal Kriko Container Ship dan menggunakan permodelan WED dengan menggunakan Naca 0012 (National Advisory for Aeronautics) kemudian di pasang pada kapal Kriko Container Ship terjadi penurunan Hambatan (Rt) sebesar 12,49% dari angka hambatan awal 27,7305 menjadi 24,2658 artinya dalam pemodelan ini terjadi kenaikan angka efisiensi yang bisa menghemat bahan bakar kapal tersebut, hal ini terjadi karena dalam pemodelan dengan menggunakan WED terjadi penyatuan gelombang yang awalnya terjadi difraction menjadi terkumpul kembali dengan adanya bentuk foil yang di tempatkan pada buritan kapal sebelum propeller. Penempatan WED divariasikan terhadap sumbu poros kapal sebagai sumbu x variasi jarak menggunakan jarak dari AP ke FP atau sepanjang LPP dengan variasi 3,5%, 4%, 4,5%, 5% LPP, dan Pemodelan menggunakan *software Rhinoceros* sebagai software pemodelan secara 3D, *Autocad*, *Delfship* dan *Ansys software* yang menghitung fluida terhadap fraction dan hambatan kapal dengan menggunakan metode CFD

Kata kunci : *Kriko Container Ship*, WED (*Wake Equalizing Duct*), CFD.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam pembuatan kapal pasti meninjau beberapa aspek dalam perancangan, Kapal didesign sedemikian efisien dalam operasi maupun dalam perawatan dengan meninjau aspek ekonomis, kapal tersebut harus sehemat dan seawet mungkin, Dalam hal ini menuntut inovasi yang mutakhir yang menjawab persoalan yang muncul dengan hadirnya sebuah alat yang disebut *Energi Saving Device*

Wake Equalizing Duct dipatenkan oleh Prof schneekluth dari *Technical University of Aachen* dikembangkan dengan metode pengujian di Model Tank VBD di *Duisburg Research Laboratory* [1]

Keterbatasan untuk mengubah bentuk lambung, Khususnya pada bagian belakang menyebabkan banyaknya terobosan yang dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki aliran fluida, salah satu caranya menambah alat WED dimaksudkan agar buritan kapal mempunyai pola aliran fluida yang baik sebelum menuju propeller sehingga dapat Mengubah aliran menjadi Efisien dan

putaran Propeller menambah trust (gaya dorong) gaya dorong menjadi Optimal

Dengan Pemasangan WED terjadi flow separation atau pemilihan aliran yang terjadi di bagian Lambung buritan menunjukkan adanya pemisahan aliran Turbulen dan Laminer, Dengan adanya pemisahan inilah menunjukkan efisiensi WED di Sekitar daerah Disc Peopeller yang tidak homogen, Dalam penelitian ini akan diujicobakan dengan pemasangan WED dengan variasi Jarak persentasi terhadap LPP kapal Pemasangan WED pada kapaal mempunyai keuntungan kontruksi yang tidak rumit, selain itu tanpa harus Mengganti Propeller yang ada, Dan dianalisa dengan CFD (*computational Fluid dynamic*) dan Software-software perancangan pendukung Lainnya

1.2. Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang maka diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik aliran fluida setelah adanya pemasangan WED yang menuju propeller?

2. Bagaimana posisi yang tepat dalam penempatan WED agar aliran Fluida menjadi Homogen dan Menghasilkan gaya dorong yang maksimum?

3. Bagaimana pengaruh peningkatan efisiensi terhadap hambatan, gaya gesek kapal terhadap fluida akibat pemasangan WED

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan

1. Berikut adalah ukuran utama dari Kapal *Kriso Container Ship (KCS)*:

Lpp : 230.00 m

B : 32.00 m

T : 10.80 m

D : 19.00 m

Cb : 0.65

Displ. : 52.030 m³

Vship : 24.00 knot

2. Menggunakan 4 variasi model penempatan WED

3. Tidak menganalisa aliran fluida pada propeller

4. Tidak menganalisa variasi WED terhadap Sudut

5. Permodelan dilakukan dengan menggunakan *AutoCAD* dan *Rhinoceros*.

6. Analisa model dilakukan dengan menggunakan CFD

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin Dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah

1. Melakukan design Studi Perancangan pengaruh penempatan WED yang optimal pada kapal *Kriso Containership (KCS)*

2. Mengetahui analisa perbedaan dengan model kapal *Kriso ContainerShip* dengan ada dan tidaknya penggunaan WED

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Design Lambung

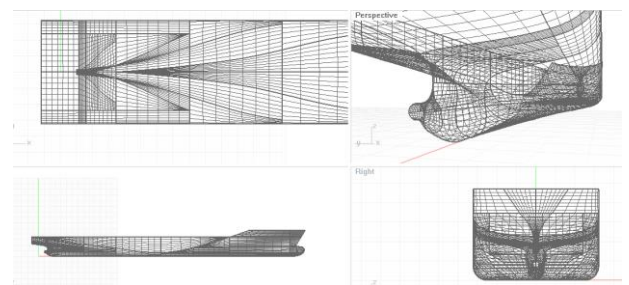
Pada dasarnya kecepatan servis tercapai yang paling tinggi dipengaruhi oleh bentuk lambung yang baik, design yang streamline dan efisien membuat aliran hidrodinamis menjakin aliran laminar dan tidak *flow-separattion*, sehingga akan berpengaruh dalam

pencapaian efisiensi saat beroperasi. Penambahan kareteristiklain pada lambung kapal dapat juga dimodifikasi untuk mengurangi tahanan kapal, namun harus sesuai dengan syarat dan design, selain pengaruh bentuk haluan yang baik dalam masalah pengurangan tahanan, bentuk design buritan juga berperan sangat penting. Design buritan memberikan keseimbangan antara karakteristik yang baik dalam mengurangi tahanan kapal dan memberikan aliran Fluida yang baik pada propeller untuk memaksimalkan efisiensi propulsif, dengan tidak optimal akan memberikan konsekuensi yang besar terhadap kondisi berikut

- Tingkat vibrasi dan kavitasi yang tinggi
- Konsumsi bahan bakar yang tidak efisien
- Tingkat kelelahan material meningkat
- Tidak tercapainya kecepatan dinas
- Mengganggu kenyamanan *crew* kapal
- Tingkat kebisingan yang tinggi

Untuk menghindari konsekuensi diatas, perhatian yang khusus harus di berikan saat perencanaan perancangan sebuah kapal terutama dalam hal teknis, berbagai usaha dilakukan dalam mengurangi tahanan kapal dan meningkatkan efisiensi, misalkan penambahan sirip pada propeller, penggunaan *Kort-nozzle*, dan sebagainya. Dalam Penulisan ini penulis akan melakukan sebuah permodelan dengan

Wak
e
Equ
alizi
ng
Duct



pada sisi *portside* dan *starboard* untuk mengurangi terjadinya *flow-separattion* (pemisahan aliran) pada lambung kapal.

Gambar. 1. *Hull Kriso Container Ship*

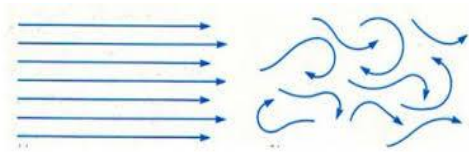
2.2. Container Ship

Container Ship adalah kapal yang berfungsi mengangkut barang yang sudah diatur di dalam peti-peti. Muatan peti kemas disamping di dalam palkah juga diletakkan di atas dek dengan pengikatan yang kuat, sehingga peti kemas tersebut tidak bergeser dari tempatnya semula

pada saat berlayar. Dengan adanya muatan di atas geladak maka harus diperhatikan mengenai stabilitas kapal. Yang perlu diperhatikan ialah periode keolengan jangan sampai terlalu lincah, sebab membahayakan container yang ada di atas dek, lebih –lebih apabila sistem pengikatannya kurang sempurna. [2]

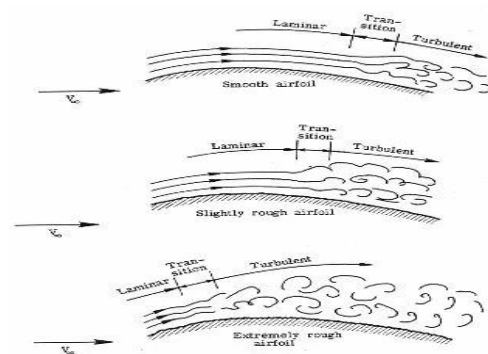
2.3. Aliran laminar dan Turbulen

Dalam bidang hidrodinamika terdapat dua jenis aliran viscous yaitu aliran laminar dan turbulen (Fox dan McDonald,1992). Dalam aliran laminar fluida bergerak sebagai sejumlah lapisan atau laminasi. Semua lapisan tersebut tidak saling memotong dan membaur , melainkan saling bergeseran, pada kecepatan relatif yang relatif bervariasi dalam penampang aliran sedangkan aliran turbulen mempunyai komponen kecepatan fluida yang fluktuasinya tidak menentu, Aliran tersebut terpotong dan terbaur dalam gerakan memutar (Eddy Motion). Kecepatan aliran harus dipandang sebagai kecepatan rata-rata partikel. Dalam gambar berikut akan ditunjukkan pola aliran laminar dan turbulen.



Gambar. 2. Aliran laminar dan Turbulen

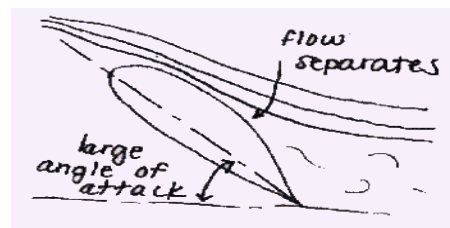
Faktor yang menentukan laminar dan turbulen suatu aliran fluida adalah , kecepatan, bentukan benda yang bertabrakan dengan medium fluida tersebut diadalam sebuah aliran. Baik aliran laminar dan turbulen merupakan fakta yang terjadi dalam kehidupan kita, aliran laminar menjadi turbulen adalah hal yang tak terelakkan, turbulen adalah hal yang lebih umum terjadi. Bila kecepatan ditambahkan, maka aliran akan berubah dari laminar ke turbulen, melalui daerah transisi. Transisi terjadi pada angka reynold $Rn = 10^5 - 10^6$. Dalam percobaan model, aliran di suatu model terjadi perubahan aliran terhadap foil tau medium yang dilewati



Gambar. 3. Aliran laminar dan Turbulen

2.4. Pemisahan Aliran Fluida

Pemisahan aliran (*flow separation*) merupakan fenomena pisahnya aliran utama dari permukaan benda yang disebabkan adanya gradien tekanan yang melawan atau karena adanya perubahan mendadak pada arah kurvatur permukaan (*Harvald 1983*)



Gambar 3 Flow separation

Pada kasus ini aliran terpisah akibat bertabrakan dengan permukaan penampang yang sebagai medium tabrakan, menjadi tidak homogen, berpencah tidak mengikuti bentuk permukaan dari foil dan tidak fokus yang menjadikan aliran turbulen karena adanya perbedaan tekanan. Hal ini disebabkan gradien tekanan sepanjang permukaan benda karena gradien tekanan pada permukaan benda sama dengan nol.

2.5. Wake

Pada prinsipnya, kecepatan aliran air yang menuju ke propeller akan berbeda dengan kecepatan air yang dihasilkan oleh propeller dan akan berbeda dengan kecepatan kapal. Arus ikut (wake) adalah perbedaan antara kecepatan Kapal dengan kecepatan baling-baling.

Taylor mengenalkan arus ikut yang disebut Fraksi arus (*wake fraction*) yang besarnya :

$$w = \frac{V_s - V_a}{V_s}$$

$$V_a = V_s (1-w)$$

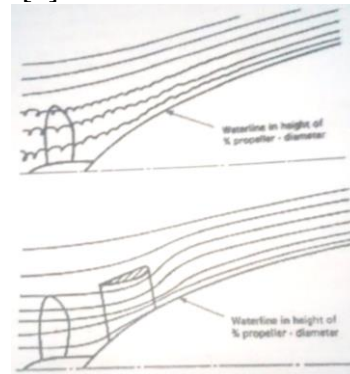
Wake disebabkan oleh :

1. *Fraction drag* (arus ikut gesekan) dari badan kapal yang menyebabkan kenaikan dari kecepatan dan volume air yang menuju ke daerah propeller. *Fraction drag* ini menyebabkan kenaikan kecepatan fluida.
2. Bentuk *hull* kapal akan membentuk pola gelombang pada permukaan air dimana partikel air dan permukaan gelombang mempunyai kecepatan yang disebabkan oleh gerakan *orbitaly*, dimana kecepatan *orbitaly* tersebut bergerak menuju kerah belakang.
3. Besarnya wake akan dipengaruhi oleh jumlah propeller. Kapal dengan rancangan menggunakan beberapa propeller akan dirancang sedemikian rupa sehingga air dapat mengalir melalui luasan baling-baling. Arus ikut atau *wake* adalah perbedaan antara kecepatan aliran yang menuju propeller. Membagi perbedaan ini dengan kecepatan kapal atau dengan kecepatan aliran air akan menghasilkan dua harga koefisien arus ikut (*wake coefficient*) (Harvald 2013)

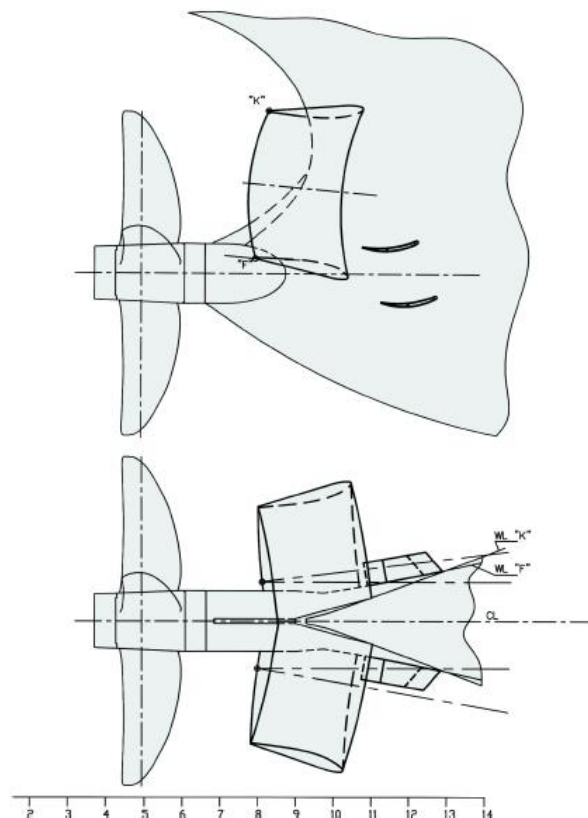
2.6. Wake Equalizing Duct

Wake Equalizing Duct (WED) pertama kali dikembangkan oleh seorang berkebangsaan Jerman yang bernama Herbert Schneekluth pada tahun 1986, karena itu *Wake Equalizing Duct (WED)* seringkali disebut dengan *Scheekluth Duct*. *Wake Equalizing Duct* adalah penggunaan nozzle yang dipasang pada lambung kapal di depan propeller. Tidak seperti Kort-nozzle yang berfungsi memperbaiki fokus aliran dengan menyelimuti propeller, ukuran *Wake Equalizing Duct* ini kurang dari setengah ukuran diameter propeller. Biasanya duct dipasang sebanyak 2 buah pada lambung kapal (portside dan starboard). Prinsip utamanya dalam penggunaan *Wake Equalizing Duct* ini adalah aliran yang menimbulkan putaran disekitar *aerofoil* dari *Wake Equalizing Duct*, yang mempercepat aliran dibagian *Wake Equalizing Duct*. Yang secara bersamaan memperlambat aliran di bagian luar *Wake Equalizing Duct*. Sirkulasi yang terjadi secara langsung mengarahkan aliran fluida masuk kedalam duct dan aliran yang ada didepan duct menekan aliran menuju lambung. Bagian normal longitudinal yang melewati duct menjelaskan

hubungan efek sirkulasi pada pendistribusian kecepatan dibagian atas dan bagian bawah propeller [3]



Gambar. 4. Prinsip kerja *Wake Equalizing Duct (WED)*



Gambar. 5 Arrangement WED

2.6. Computational Fluid Dynamic (CFD)

Computational Fluid Dynamics (CFD) [4] 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.

Aplikasi dari CFD untuk penyelesaian masalah aliran pada propeller telah mengalami kemajuan cukup pesat pada akhir-akhir ini. Bahkan pada saat ini teknik CFD merupakan bagian dari proses desain dalam diagram spiral perancangan.

Computational Fluid Dynamics terdiri dari tiga elemen utama yaitu:

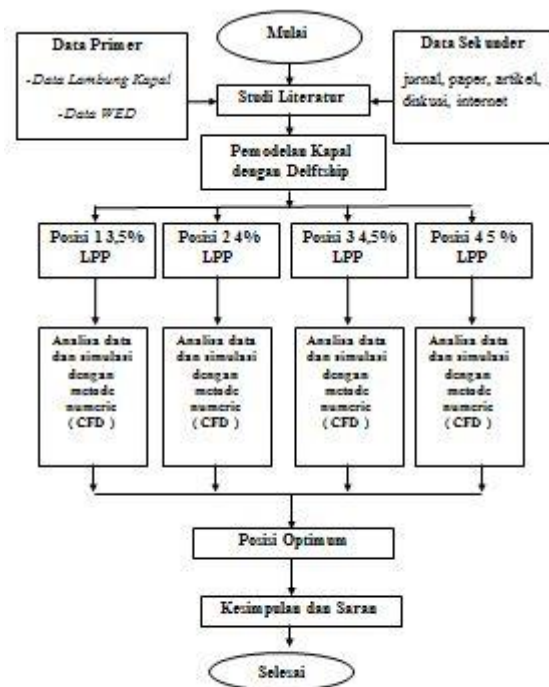
- Pre Processor
- Solver Manager
- Post Processor

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 persamaan aljabar yang dapat diperlihatkan ekuivalen dengan persamaan pengendali sebagai grid spasi mendekati nol.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dipakai untuk penyelesaian tugas akhir ini secara lengkap dapat dilihat pada gambar dibawah dengan tahapan-tahapan seperti berikut :



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

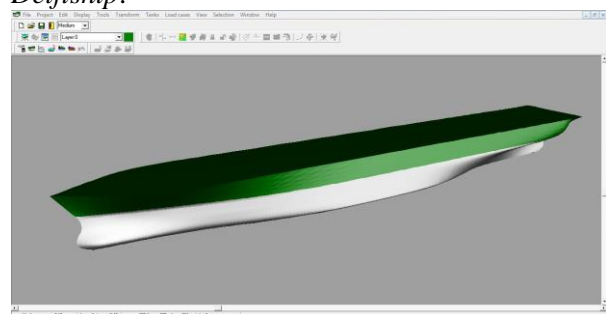
Gambar 3 Flow Chart metodologi penelitian

4. Penghitungan dan Analisa Data

4.1. Pengolahan Data

4.1.1. Pemodelan Menggunakan *Delftship*

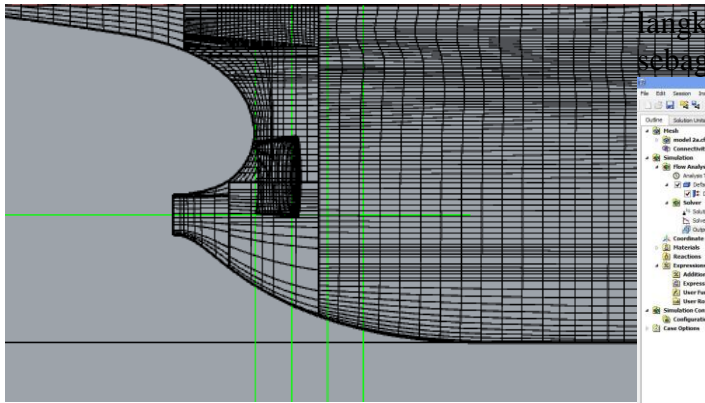
Dari data pengukuran tersebut di buat pemodelan *hullform* dengan menggunakan bantuan *software Delftship versi 3.1*. Berikut ini adalah hasil visualisasi desain pada *software Delftship*.



Gambar 4 Permodelan Kapal Menggunakan *Software Delftship*.

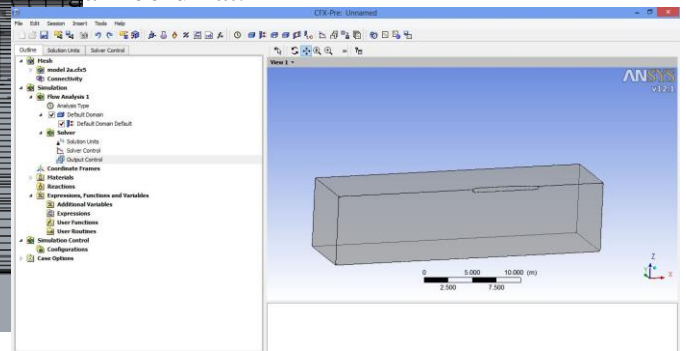
4.1.2. Pemodelan Menggunakan *Rhinoceros*

Pembuatan model kapal menggunakan *software Rhinoceros* dimana model pada *software Delftship*, kemudian dijadikan solid. Pada *software* ini dilakukan pemvariasian model penempatan variasi jarak WED terhadap AP. Berikut ini adalah hasil visualisasi desain pada *software Rhinoceros*.



Gambar 5 Permodelan Kapal Menggunakan Software Rhinoceros.

langkah pertama yaitu pemilihan XY plan sebagai koordinat.



Gambar 7 Boundary building model pada tahap Geometry

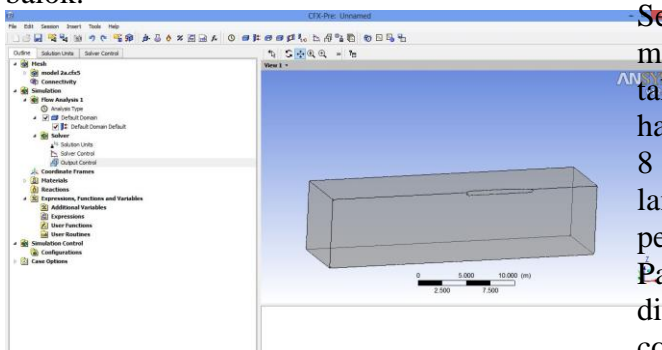
4.1.3. Simulasi *Computasional Fluid Dynamic*

Langkah simulasi numerik pada ANSYS 14.0 pada dasarnya sama dengan jenis software lain yang berbasis Computational Fluid Dynamic. Pengujian ini menggunakan perhitungan solver *Fluid Flow Analys* (CFX). Secara garis besar langkah – langkah simulasi numerik pada solver ini dibagi menjadi beberapa tahapan antara lain:

- Geometry
- Mesh
- Setup

4.1.4. Tahap Geometry

Geometry merupakan langkah awal dimana pengecekan solid tidaknya model. Pada tahap ini juga dilakukan pembuatan domain fluida tempat pengujian. Pada tahap ini perintah yang digunakan adalah file > import external geometry file > enter file model > OK > generate. Pada Gambar 6 Model akan solid apabila muncul tanda balok.

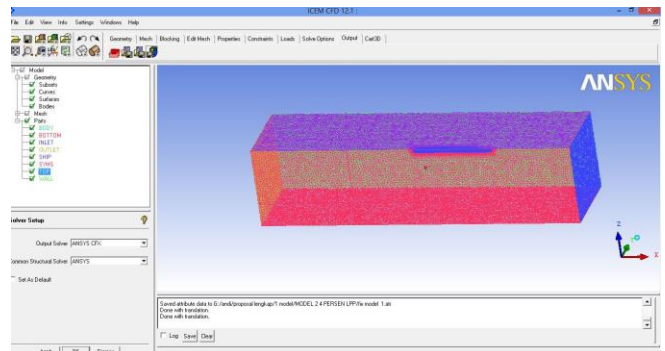


Gambar 6 Model solid

Langkah selanjutnya pembuatan boundary building pada Gambar 7 pada tahap ini

4.1.5. Tahap Mesh

Setelah domain fluida terbentuk langkah selanjutnya adalah melakukan meshing pada model pada Gambar 8 Untuk itu lebih dahulu menentukan ukuran element yang akan kita gunakan. Namun perlu diingat bahwa semakin kecil elemen yang dibuat, maka jumlah element yang terbentuk semakin banyak sehingga waktu *running* akan semakin lama dan menghasilkan kapasitas file yang besar.



Gambar 8 Hasil mesh

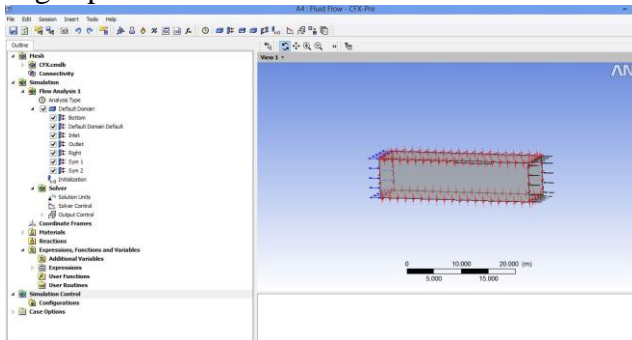
4.1.6. Tahap Set Up

Setup adalah tahapan yang dilakukan setelah mesh berhasil dilakukan. Setup merupakan tahapan yang berisi tentang penentuan hal – hal yang berkaitan dengan simulasi. Gambar 8 Pada tahap ini dibagi menjadi beberapa langkah, antara lain default domain, solver, pembuatan expression, dan lain-lain.

Pada tahap setup ini adalah setup yang digunakan untuk memvalidasikan hasil uji coba model yang sudah ada [1]. dengan perhitungan CFD untuk model yang kemudian setup tersebut akan di adopsi untuk pengujian model bentuk konfigurasi

peti kemas. Berikut adalah setup yang digunakan :

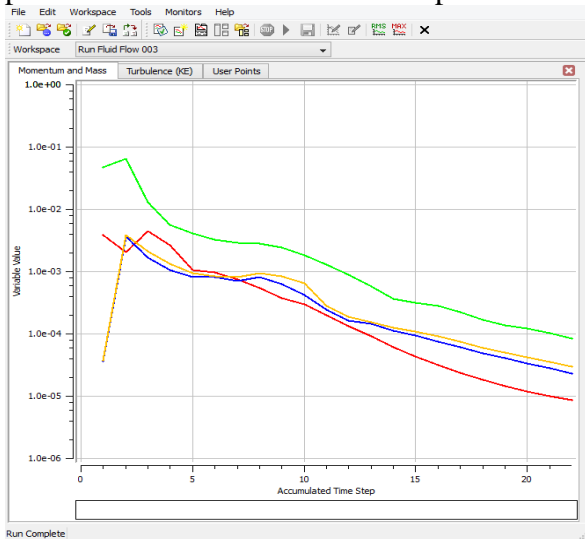
Disini juga ditentukan *solver control* simulasi. *Solver control* yang dipilih yaitu 0,0004. Sebagai nilai konvergensi untuk melihat tingkat error. Angka tersebut dipilih karena semakin kecil tingkat error, semakin bagus pula kualitas hasil simulasi



Gambar 9 Domain pada setup

4.1.7. Tahap Solution

Setelah setup selesai di program, tahap selanjutnya adalah solution pada Gambar 10. Dalam tahap ini proses perhitungan (running) dilakukan berupa literasi dari persamaan dasar dinamika fluida pada CFD.

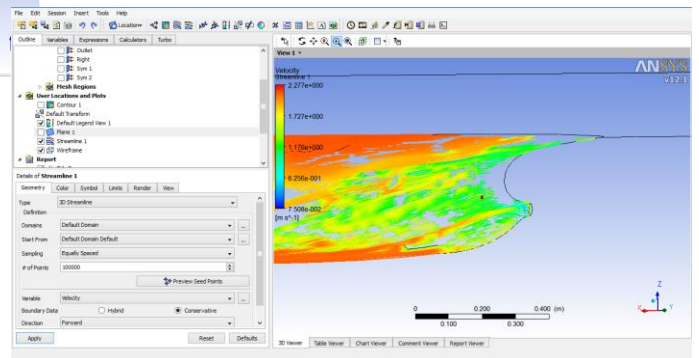


Gambar 10 Grafik perhitungan (running)

4.1.8. Tahap Results

LPP (skala)	pesentasi jarak terhadap LPP	Dari AP	Dari FP
7,2786	0,035	0,2548	7,0238
7,2786	0,04	0,2911	6,9875
7,2786	0,045	0,3275	6,9511
7,2786	0,05	0,3639	6,9147
7,2786	0,055	0,4003	6,8783

Setelah proses *running* atau simulasi selesai maka hasilnya dapat kita lihat di tahap solution pada Gambar 11. Pada tugas akhir ini hasil yang diinginkan berupa nilai thrust force model dan visualisasi aliran berupa 2 dimensi maupun 3 dimensi.



Gambar 11 Visualisasi aliran

Hasil yang didapat

WSA	Cf	Ct	Current Step	cvp	definition	Rt
4,71895	0,001982	0,002496	39	0,000513	1atm	27.7305 [N]

4.1.9. Tahap perbandingan Model dengan WED

Pada Berikut adalah percobaan dengan penambahan WED dengan meneliti aliran yang terjadi pada karakteristik fluida di belakang propeller dan melihat pengaruhnya terhadap variasi penempatan WED tersebut

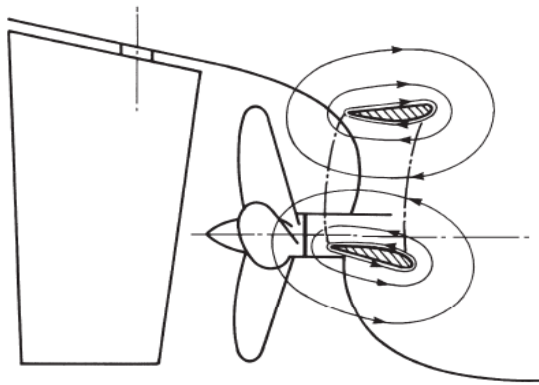


Gambar 12 NACA 0012 (National Advisory Committee for Aeronautics)

$$y = \frac{t}{0.2}c \left[0.2969 \times \sqrt{\frac{x}{c}} - 0.1260 \left(\frac{x}{c}\right) - 0.3516 \left(\frac{x}{c}\right)^2 + 0.2843 \left(\frac{x}{c}\right)^3 - 0.1015 \left(\frac{x}{c}\right)^4 \right]$$

c (cord length) = 4.25cm

sudut 0 derajat



Gambar 12 Pemasangan WED

Data yang diambil untuk dijadikan variasi adalah penempatan yang memungkinkan dalam penempelan WED pada badan kapal Kribo ContainerShip. Jadi data yang diambil penempatan berdasarkan sumbu AP sebagai acuan terhadap persentasinya di dapatkan data sebagai berikut

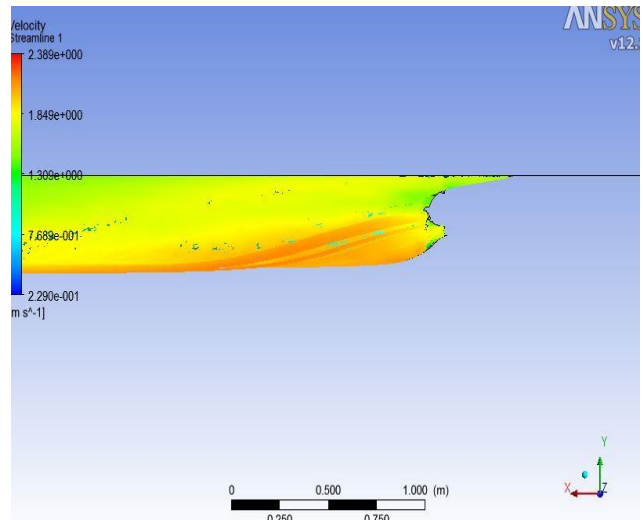
Posisi yang paling memungkinkan adalah

- Model 1 dengan 0,035 atau 3,5% persen terhadap LPP
- Model 2 dengan 0,04 atau 4% persen terhadap LPP
- Model 3 dengan 0,045 atau 4,5% persen terhadap LPP
- Model 4 dengan 0,05 atau 5% persen terhadap LPP

Semua Model mendapatkan Perlakuan yang sama seperti model tanpa menggunakan WED diatas yaitu

- a. *Geometry*
- b. *Mesh*
- c. *Setup*
- d. *Solution*
- e. *Result*

4.2 Analisa Data Model 1

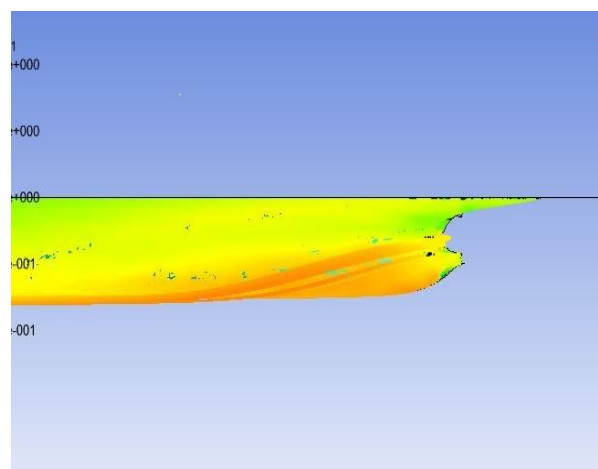


Gambar 13 *Streamline Velocity* pada Model 1 Kapal dengan jarak penempatan WED terhadap AP 0,2548 terhadap AP

Data yang dihasilkan

WSA	Cf	Ct	Cvp	definition	Rt
4,72583	0,001519	0,002076	0,000557	1atm	24,2658 [N]

Model 2



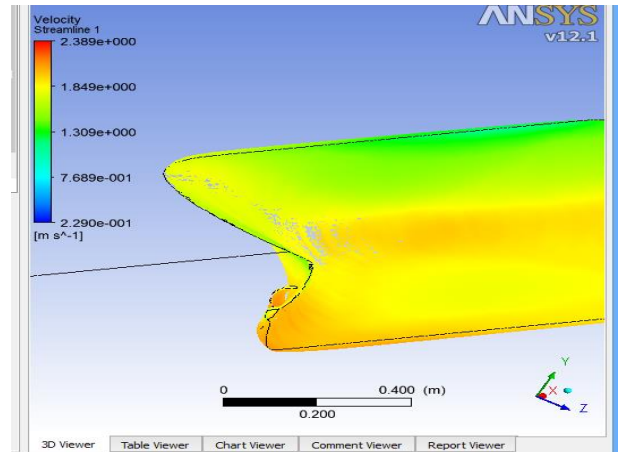
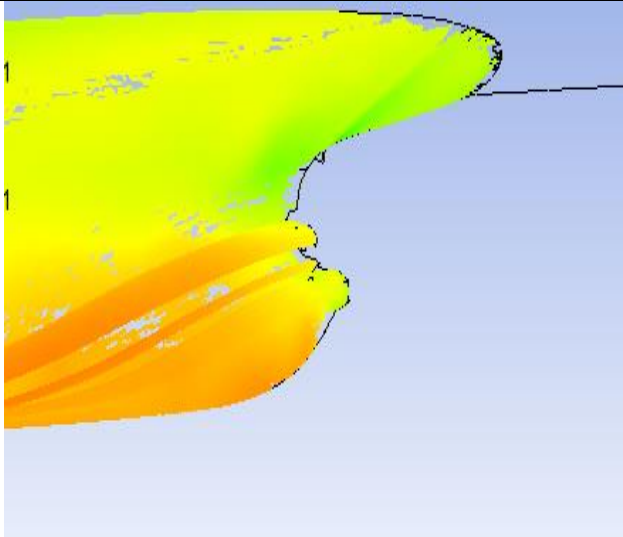
Gambar 14 *Streamline Velocity* pada Model Kapal dengan jarak penempatan WED 0,2911 terhadap AP

Data yang di dapat

WSA	Cf	Ct	Cvp	definition	Rt
4,72583	0,001986	0,002501	0,000515	1atm	27,7123

Model 3

Model	WSA	Cf	Ct	Cvp	Rt
tanpa WED	4,71895	0,001982	0,002496	0,000513	27,7305
model 1	4,72583	0,001519	0,002076	0,000557	24,2658
model 2	4,72583	0,001986	0,002501	0,000515	27,7123
model 3	4,72583	0,001964	0,003007	0,000810	30,1363
model 4	4,72583	0,001908	0,002361	0,000453	29,6672



Gambar 16 *Streamline Velocity* pada Model 3 dengan jarak penempatan WED **0,3639** terhadap AP

WSA	Cf	Ct	Cvp	definition	Rt
4,72583	0,001908	0,002361	0,000453	1atm	29,6672 [N]

4.3 Pembahasan

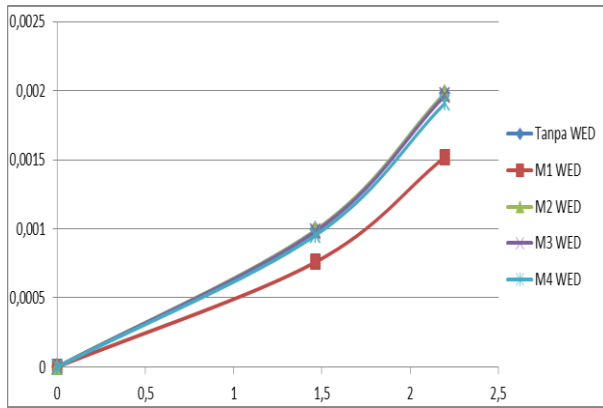
Setelah semua model di running dan menghasilkan result kemudian akan kita komparasikan dalam bentuk data yang berupa tabel dan grafik, model yang paling mendekati tujuan berupa model yang menjanjikan hasil data berupa data hambatan yang paling kecil diantara variasi diatas

Gambar 15 *Streamline Velocity* pada Model 3 dengan jarak penempatan WED 0,3275 terhadap AP

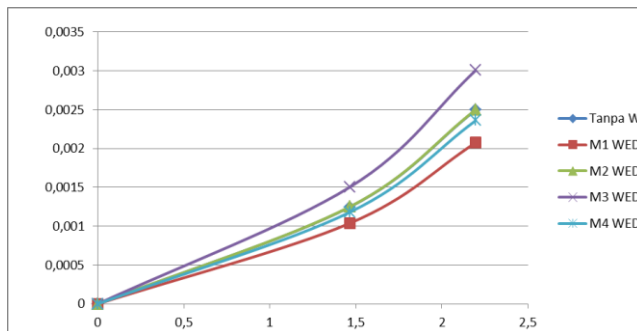
Data yang di dapat

WSA	Cf	Ct	Cvp	definition	Rt
4,72583	0,001964	0,003007	0,000810	1atm	30,1363 [N]

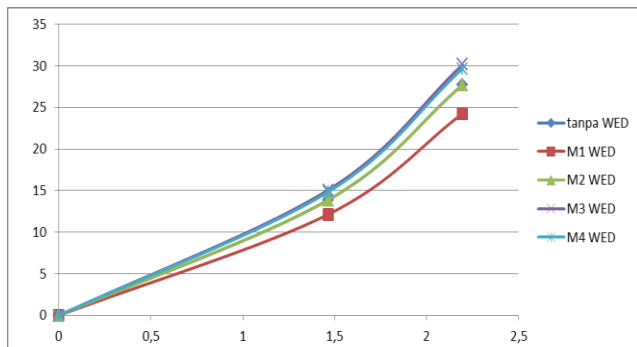
Dalam kondisi diatas model 1 merupakan model yang menjadi *suspect model* adalah model yang mempunyai nilai hambatan terkecil diantara model lainnya yakni sebesar 3,4647 terhadap Rt atau lebih kecil 12.49% terhadap model tanpa WED



Gambar 17 Grafik Perbandingan Cf terhadap Vs



Gambar 18 Grafik Perbandingan Rt terhadap Vs



Gambar 19 Grafik Perbandingan Rt terhadap Vs

Dari hasil running di atas pada Gambar 4.15 sampai dengan Gambar 4.21 menunjukkan *streamline velocity* pada model lambung kapal, khususnya pada bagian belakang kapal menunjukkan :

1. Model tanpa WED merupakan model sebagai acuan utama terhadap adanya perubahan atau tidak terhadap tujuan utama yaitu

meminimalisirkan hambatan. Model awal ini mempunyai data dengan R_t 27,7305

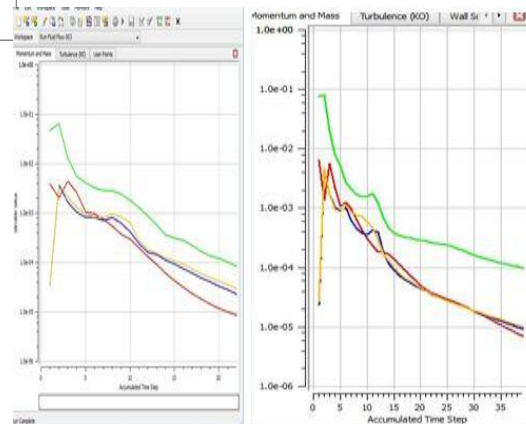
2. Model 1 merupakan *Suspect Model* sesuai dengan arangement yang dianjurkan penempatannya yaitu berada pada paling ujung bagian belakang kapal seperti semua model yang dianalisis oleh *Schneekluth inc* dalam semua percobaannya dan menghasilkan R_t 24,2658 atau lebih kecil 3,464 dari model Tanpa WED dengan persentasi sebesar 12,49%

3. Model 2 merupakan variasi dari penempatan WED terhadap Sumbu X (bersejajaran dengan diameter sumbu poros propeller kapal) yang dalam percobaan menghasilkan 27,7123 atau lebih kecil 0,0182 terhadap Model Tanpa WED dengan persentasi 0,065%

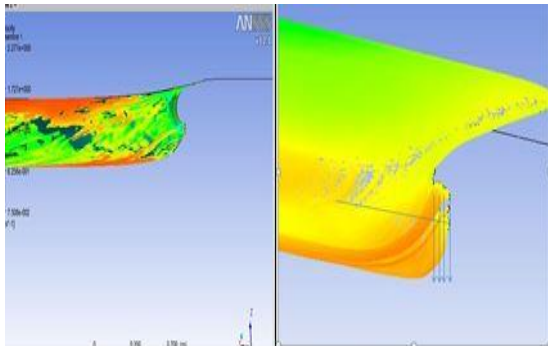
4. Model 3 merupakan model Bantu dalam mencari variasi terhadap penempatan WED variasi, penempatan WED terhadap Sumbu X (bersejajaran dengan diameter sumbu poros propeller kapal) yang dalam percobaan menghasilkan 30,1363 atau lebih besar 2,4058 terhadap Model Tanpa WED dengan persentasi 8,68 % lebih besar menambah tahanan kapal (R_t)

5. Model 4 merupakan model Bantu dalam mencari variasi terhadap penempatan WED variasi, penempatan WED terhadap Sumbu X (bersejajaran dengan diameter sumbu poros propeller kapal) yang dalam percobaan menghasilkan 29,6672 atau lebih besar 1,9367 terhadap Model Tanpa WED dengan persentasi 6,98% lebih besar menambah tahanan kapal (R_t)

4.4 Analisa Model tanpa WED terhadap Model 1

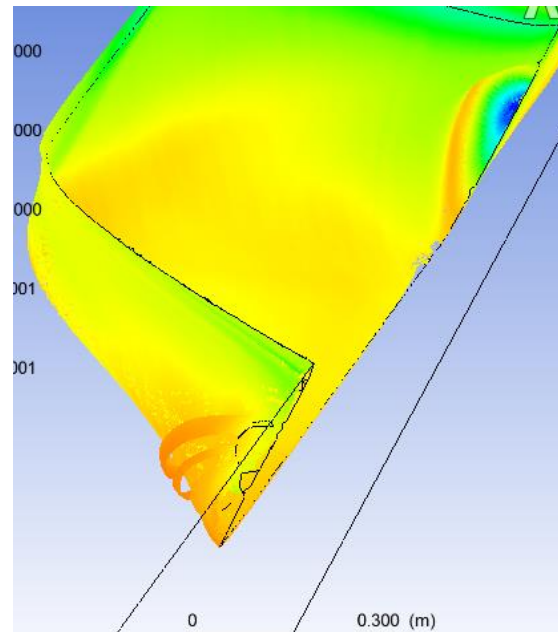


Gambar 20 Grafik Perbandingan Model tanpa WED dan Model 1 terjadi perbedaan *Accumulating Step Time*



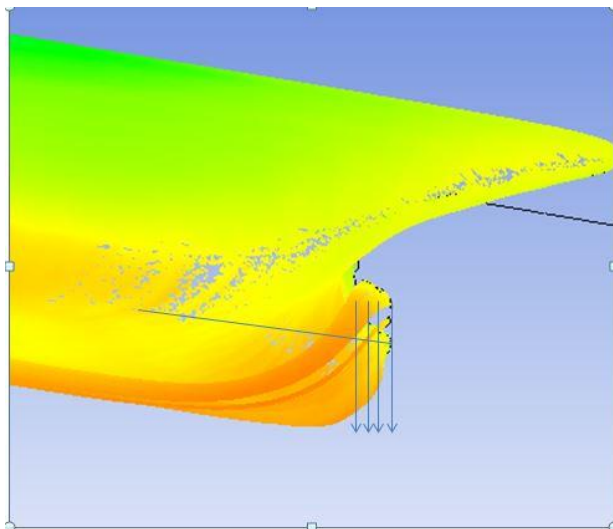
Gambar 21 *Streamline Velocity* Perbandingan Model tanpa WED dengan 150.000 *Point Of Velocity* dan Model 1 dengan 100.000 *Point Of Velocity*

bertabrakan melalui selubung WED, dan tidak masuk secara efektif melalui diameter WED



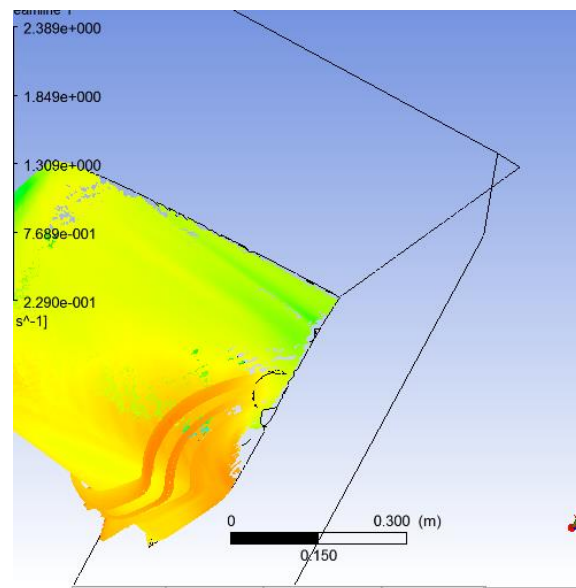
Gambar 23 Aliran Fluida Pada Model 1

4.5 Aliran Fluida Pada Model 1



Gambar 22 *Streamline Velocity* Pola aliran pada hull kruso yang ekstrim

Gambar 22 menjelaskan bahwa terdapat pola aliran fluida pada buritan kapal karena terdapat cekungan menjorok kedalam hull, gambar tersebut menunjukkan bahwa posisi model 1 terletak pas dengan pola aliran, dan menjadi alasan kenapa terjadi kenaikan nilai Hambatan (R_t) karena permukaan luas dari diameter WED



Gambar 24 Aliran Fluida Pada Model 1

5.1. Kesimpulan

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

Code	WSA	Result	Status

		(Rt)	
<i>All Ship</i>			
<i>Model tanpa WED</i>	4,7189	27,7305	<i>OK</i>
<i>Model 1</i>	4,7258	24,2658	<i>Pass</i>
<i>Model 2</i>	4,7258	27,7128	<i>Pass</i>
<i>Model 3</i>	4,7528	30,1363	<i>Fail</i>
<i>Model 4</i>	4,7528	29,6672	<i>Fail</i>

[1] Molland, Antony E, 2010, *The Maritime Engineering Reference Book*, Oxford University, Oxford:UK

[2] Wahyudi, Amhar, 2015, *Studi Perancangan Sistem Penggadingan Kontruksi Ruang Muat Kapal Super Container 18.000 TEUS (Malacca-Max)*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan, UNDIP : Semarang

[3] Dipl,Ing. Joachim Kessler 2014, *Schneekluth W.E.D*, Marine Engineering Consulting, German

[4] Huda, Nurul, 2013, *Analisa pengaruh Energy Saving Device pada Propeller dengan Metode CFD*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan, UNDIP: Semarang

[5] Manik, Parlindungan, 2008, *Buku Ajar Propulsi Kapal*, Jurusan Teknik Perkapalan, UNDIP: Semarang

1. Model 1 merupakan *Suspact Model* yang menghasilkan pengurangan hambatan kapal (Rt) 24,2658 atau lebih kecil 3,464 dari model Tanpa WED dengan persentasi sebesar 12,49%

2. Penggunaan WED dengan penempatan yang tepat menaikkan efisiensi terhadap kecepatan kapal

Daftar Pustaka