

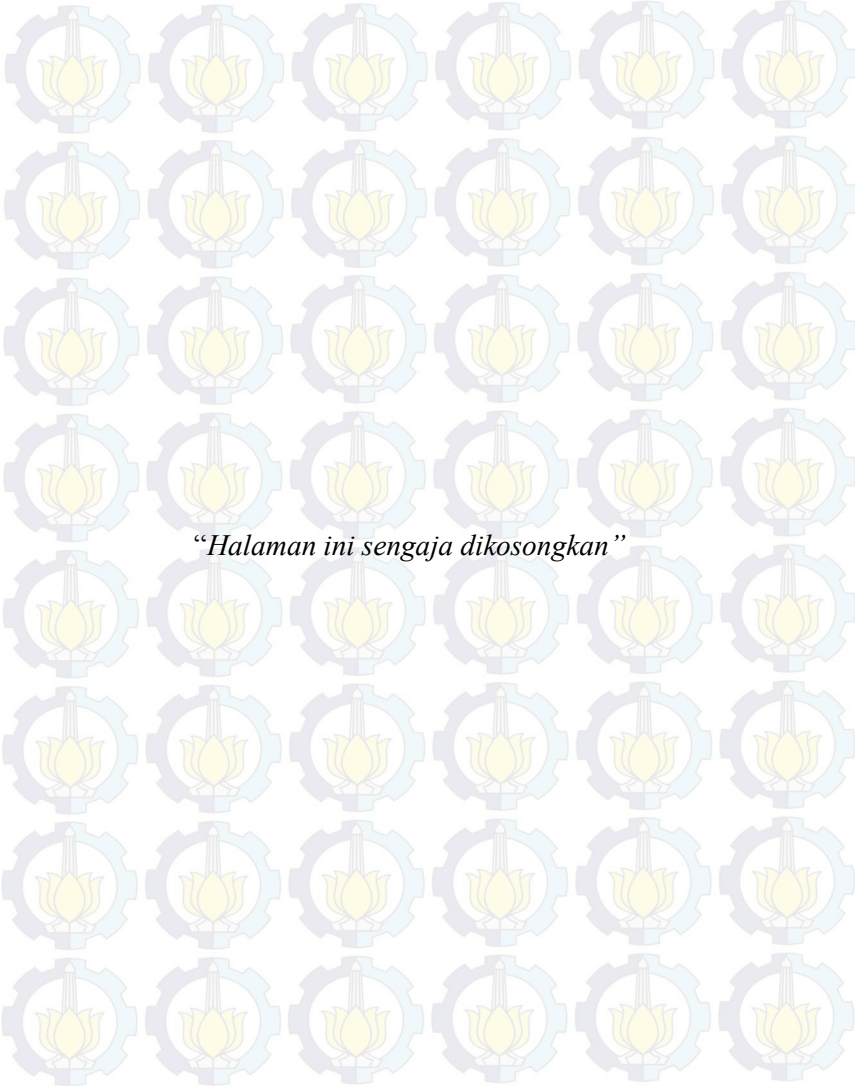
ANALISA ALIRAN DAN TEKANAN PADA BULBOUS BOW DENGAN DIMPLE (CEKUNGAN) MENGGUNAKAN PENDEKATAN CFD

Nama Mahasiswa : Achmad Irfan Santoso
NRP : 4209 100 086
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : 1. Irfan Syarif Arief, ST., MT.
2. Ir. Toni Bambang Musriyadi, PGD.

Abstrak

Aliran fluida pada suatu permukaan berpengaruh besar pada besarnya gaya yang terjadi pada permukaan tersebut, modifikasi pada permukaan tersebut diperlukan untuk mengurangi gaya tersebut. Dan dalam penelitian ini modifikasi tersebut adalah penggunaan dimple (cekungan) pada permukaan bulbous bow yang nantinya agar gaya yang ditimbulkan aliran tersebut berkurang. Penelitian menggunakan pendekatan CFD dan menggunakan software, Penggunaan software ini dilakukan untuk menggambar model yang akan dibuat, analisa model, serta perhitungan nilai yang akan dicari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempercepat turbulensi dan mengurangi tekanan dan gaya geser pada permukaan bulbous bow. Hasil dari penelitian ini adalah aliran yang terjadi pada permukaan bulbous bow menjadi cepat turbulen dan nilai tekanan dan gaya geser berkurang dibandingkan dengan bulbous bow tanpa modifikasi.

Kata kunci : Aliran, Tekanan, Gaya Geser, Bulbous bow, Dimple



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALYSIS OF FLOW AND PRESSURE OF BULBOUS BOW WITH DIMPLE USING CFD

Student Name : Achmad Irfan Santoso
NRP : 4209 100 086
Department : Marine Engineering
Supervisor : 1. Irfan Syarif Arief, ST., MT.
2. Ir. Toni Bambang Musriyadi, PGD.

Abstract

Fluid flow on the surface influence on the magnitude of the force that occurs on the surface, the surface modification is necessary to reduce the force. And in this study using the modified dimple on the surface of the bulbous bow that will reduced the force created of the stream flow. The studies using CFD approach and using the software, use this software is made to draw a model that will be made, analysis models, and calculating the value to be searched. The purpose of this study is to accelerate turbulence and reduce the pressure and drag force on the surface of the bulbous bow. Results from this study is the flow that occurs on the surface of the bulbous bow into a turbulent and decrease of pressure and draf force values compared with bulbous bow without modification.

Keyword : Flow, Pressure, Drag Force, Bulbous bow, Dimple



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

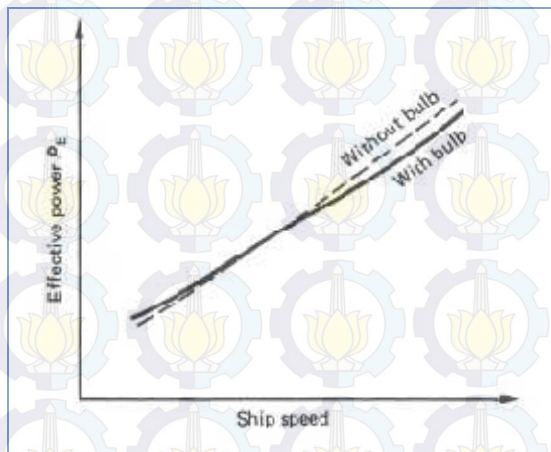
2.1 Pengertian umum tentang bulbous bow

Secara teoritis bulbous bow dengan bentuk tertentu bekerja dengan cara mempercepat aliran fluida di daerah permukaan di atas bulb, sehingga menimbulkan daerah dengan tekanan yang rendah di permukaan fluida. daerah bertekanan rendah tersebut kemudian bereaksi dengan tekanan gelombang di haluan di mana reaksi yang terjadi bersifat mengurangi efek dari gelombang yang datang dari haluan. Yang pada akhirnya akan mengurangi tekanan pada lambung dan mengurangi hambatan, pada kasus-kasus yang umumnya terjadi, pemasangan bulbous bow dapat mempengaruhi nilai daya dorong efektif yang diperlukan untuk menggerakkan kapal, hal ini dapat dimengerti karena seperti yang diketahui bahwa daya dorong efektif berhubungan langsung dengan fungsi besarnya tahanan pada lambung kapal serta kecepatan kapal.



Gambar 2.1 Bulbous bow pada kapal

Bulbous bow hanya menunjukkan peranannya pada kondisi kecepatan yang relatif tinggi, pengurangan daya dorong efektif akibat berkurangnya tahanan terjadi secara signifikan pada kondisi ini, namun sebaliknya ketika kapal berlayar dengan kecepatan rendah bulbous bow sama sekali tidak bermanfaat jika dibandingkan dengan kapal tanpa bulb karena pemasangannya hanya akan menambah hambatan dan berat kapal. Pada kecepatan tertentu dan tidak terlalu rendah bulbous bow tidak memberikan efek apapun, hal ini disebabkan adanya keseimbangan antara nilai pengurangan efek tekanan gelombang haluan dengan penambahan hambatan oleh bulb itu sendiri. Seperti yang dijelaskan pada grafik dibawah ini.



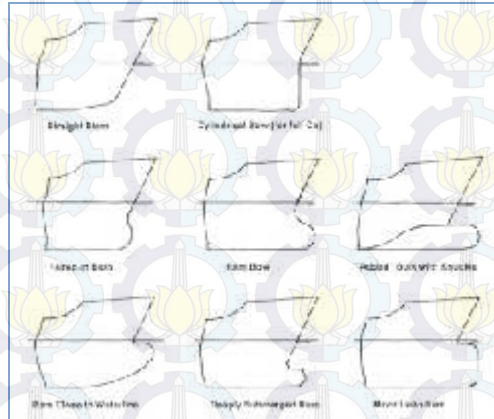
Gambar 2.2 Grafik perbandingan ada tidaknya bulbous bow

Peranan bulbous bow dalam merubah tekanan dan daya pendorong kapal dapat dituliskan dengan beberapa penyebab. Secara prinsip adalah sebagai berikut :

- Terjadi pengurangan tekanan akibat gelombang di daerah *pressure field* oleh bulbous bow yang kemudian mengakibatkan pengurangan besarnya *wave making resistance*
- Pengaruh bagian atas bulbous bow dan daerah perpotongannya dengan lambung menyebabkan menurunnya komponen aliran fluida di daerah haluan kapal
- Terdapat penambahan hambatan gesek antara permukaan lambung kapal dengan fluida karena bertambahnya *surface area* oleh luasan bulbous bow
- Berubahnya efisiensi propulsi oleh peran bulbous bow pada area aliran fluida di sekitar lambung kapal.
- Terjadinya perubahan pada *wave braking resistance*.

Bentuk bulbous bow memegang peranan penting dalam menentukan besarnya manfaat yang diberikan. Bentuk yang optimum sangat bergantung pada besarnya *Froude number*. *Bulbous bow* cenderung memberikan performa yang baik ketika kapal bergerak melampaui batas kecepatan tertentu dalam artian kapal bergerak dengan kecepatan yang relative tinggi. *Froude number* sendiri merupakan fungsi dari kecepatan kapal yang secara detail ditunjukkan bahwa kecepatan kapal berbanding lurus dengan nilai bilangan ini, jadi ketika kapal tersebut memiliki bilangan *Froude number* yang besar maka tingkat keoptimuman bulb akan lebih besar untuk bentuk yang sama, namun nilai F_n tidak hanya ditentukan oleh kecepatan kapal tetapi juga oleh panjang kapal. Sehingga memang benar bahwa desain bentuk bulbous bow ditentukan oleh F_n .

Adapun gambar tipe – tipe bulbous bow yang dipakai disajikan pada gambar berikut :



Gambar 2.3 Tipe – tipe bulbous bow

2.2 Computational Fluid Dynamic (CFD)

CFD merupakan analisa sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang terkait lainnya seperti reaksi kimia dengan menggunakan simulasi komputer. Metode ini meliputi fenomena yang berhubungan dengan aliran fluida seperti sistem liquid dua fase, perpindahan massa dan panas, reaksi kimia, dispersi gas atau pergerakan partikel tersuspensi.

Secara umum kerangka kerja CFD meliputi formulasi persamaan-persamaan transport yang berlaku, formulasi kondisi batas yang sesuai, pemilihan atau pengembangan kode-kode komputasi untuk mengimplementasikan teknik numerik yang

digunakan. Suatu kode CFD terdiri dari tiga elemen utama yaitu pre-processor, solver dan post processor.

2.2.1 Pre-processor

Pre-processor meliputi masukan dari permasalahan aliran ke suatu program CFD dan transformasi dari masukan tersebut ke bentuk yang cocok digunakan oleh solver. Langkah-langkah dalam tahap ini adalah sebagai berikut :

- Pendefinisian geometri yang dianalisa
- Grid generation, yaitu pembagian daerah domain menjadi bagian-bagian lebih kecil yang tidak tumpang tindih
- Seleksi fenomena fisik dan kimia yang perlu dimodelkan
- Pendefinisian properti fluida
- Pemilihan *boundary condition* (kondisi batas) pada kontrol volume atau sel yang berhimpit dengan batas domain
- Penyelesaian permasalahan aliran (kecepatan, tekanan, temperatur dan sebagainya) yang didefinisikan pada titik nodal dalam setiap sel. Keakuratan penyelesaian CFD ditentukan oleh jumlah sel dalam grid.

2.2.2 Solver

Solver dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu finite difference, finite element dan metode spectral. Secara umum metode numeric solver tersebut terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut:

- Prediksi variabel aliran yang tidak diketahui dengan menggunakan fungsi sederhana

- Diskretisasi dengan substitusi prediksi-prediksi tersebut menjadi persamaan-persamaan aliran utama yang berlaku dan kemudian melakukan manipulasi matematis
- Penyelesaian persamaan aljabar. Pada proses *solver*, terdapat 3 persamaan atur aliran fluida yang menyatakan hukum kekekalan fisika, yaitu : 1) massa fluida kekal; 2) laju perubahan momentum sama dengan resultansi gaya pada partikel fluida (Hukum II Newton); 3) laju perubahan energi sama dengan resultansi laju panas yang ditambahkan dan laju kerja yang diberikan pada partikel fluida (Hukum I Termodinamika).

2.2.3 Post-processor

Post processing merupakan tahap visualisasi dari tahapan sebelumnya. Post processor semakin berkembang dengan majunya engineering workstation yang mempunyai kemampuan grafik dan visualisasi cukup besar. Alat visualisasi tersebut antara lain:

- Domain geometri dan display
- Plot vectore
- Plot kontour
- Plot 2D dan 3D surface
- Particle tracking
- Manipulasi tampilan (translasi, skala dan sebagainya)
- Animasi display hasil dinamik

Dalam simulasi, model-model yang digunakan didiskretisasi dengan metode formulasi dan diselesaikan dengan menggunakan bermacam-macam algoritma numerik. Metode diskretisasi dan algoritma yang terbaik digunakan tergantung dari tipe masalah dan tingkat kedetailan yang dibutuhkan.

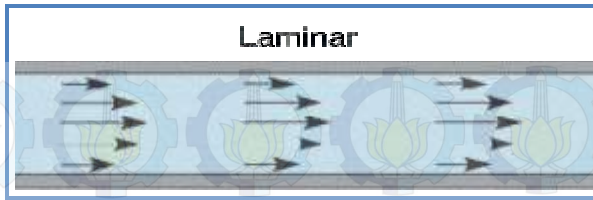
2.3 Aliran fluida

2.3.1 Laminer

Adalah aliran fluida yang ditunjukkan dengan gerak partikel-partikel fluidanya sejajar dan garis-garis arusnya halus. Dalam aliran laminer, partikel-partikel fluida seolah-olah bergerak sepanjang lintasan-lintasan yang halus dan lancar, dengan satu lapisan meluncur secara mulus pada lapisan yang bersebelahan. Sifat kekentalan zat cair berperan penting dalam pembentukan aliran laminer. Aliran laminer bersifat steady maksudnya alirannya tetap. menunjukkan bahwa di seluruh aliran air, debit alirannya tetap atau kecepatan aliran tidak berubah menurut waktu.

Aliran fluida pada pipa, diawali dengan aliran laminer kemudian pada fase berikutnya aliran berubah menjadi aliran turbulen. Fase antara laminer menjadi turbulen disebut aliran transisi. Aliran laminer mengikuti hukum Newton tentang viskositas yang menghubungkan tegangan geser dengan laju perubahan bentuk sudut. Tetapi pada viskositas yang rendah dan kecepatan yang tinggi aliran laminer tidak stabil dan berubah menjadi aliran turbulen.

Bisa diambil kesimpulan mengenai ciri- ciri aliran laminer yaitu: fluida bergerak mengikuti garis lurus, kecepatan fluidanya rendah, viskositasnya tinggi dan lintasan gerak fluida teratur antara satu dengan yang lain.



Gambar 2.4 Aliran Laminer

2.3.2 Turbulen

Kecepatan aliran yang relatif besar akan menghasilkan aliran yang tidak laminar melainkan kompleks, lintasan gerak partikel saling tidak teratur antara satu dengan yang lain. Sehingga didapatkan Ciri dari aliran turbulen: tidak adanya keteraturan dalam lintasan fluidanya, aliran banyak bercampur, kecepatan fluida tinggi, panjang skala aliran besar dan viskositasnya rendah. Karakteristik aliran turbulen ditunjukkan oleh terbentuknya pusaran-pusaran dalam aliran, yang menghasilkan pencampuran terus menerus antara partikel partikel cairan di seluruh penampang aliran.

Untuk membedakan aliran apakah turbulen atau laminar, terdapat suatu angka tidak bersatuan yang disebut Angka Reynold (Reynolds Number). Angka ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Re = (4 v R) / \nu$$

Dimana:

Re = Angka Reynold (tanpa satuan)

V = Kecepatan rata-rata (ft/s atau m/s)

R = Jari-jari hidraulik (ft atau m)

ν = Viskositas kinematis, tersedia dalam tabel sifat-sifat cairan (ft²/s atau m²/s)

Menurut hasil percobaan oleh Reynold, apabila angka Reynold kurang daripada 2000, aliran biasanya merupakan aliran laminer. Apabila angka Reynold lebih besar daripada 4000, aliran biasanya adalah turbulen. Sedang antara 2000 dan 4000 aliran dapat laminer atau turbulen tergantung pada faktor-faktor lain yang mempengaruhi.



Gambar 2.5 Aliran Tubulen

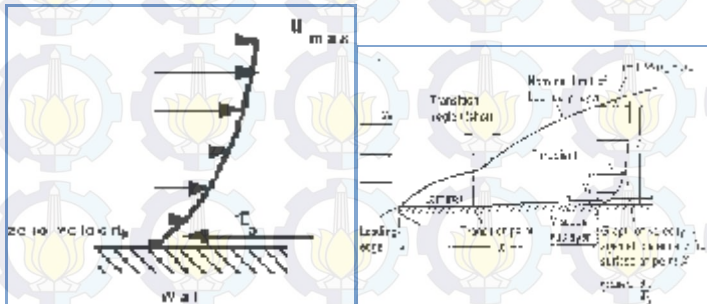
2.3.3 Boundary Layer

Boundary layer merupakan suatu konsep untuk aliran yang terhambat, pertama kali diperkenalkan oleh Prandtl 1904. Lapisan batas dapat dianalisa, dimana profil kecepatannya dapat berkembang yang berbanding lurus dengan jarak penampang. Hal ini dapat dijumpai pada suatu penampang, profil kecepatan pada awal penampang akan terbentuk seragam dan kemudian lambat laun sepanjang penampang akan mengalami perubahan profil kecepatan karena gaya-gaya gesekan telah memperlambat fluida di dekat dinding penampang.

Kecepatan akhir yang tekembang penuh tercapai. Pada daerah masuk, fluida dekat tengah – tengah penampang tampaknya tidak dipengaruhi oleh gesekan. Sedangkan fluida dimana pada dindingnya telah dipengaruhi gesekan. daerah dimana efek gesekan terlihat jelas itu disebut titik lapisan batas(separation point). sewaktu fluida sudah berada pada lapisan separation point, lapisan batas ini tumbuh dan memenuhi seluruh penampang.

2.3.4 Aliran Viscous

Gambar dibawah ini menunjukkan aliran fluida aliran fluida,

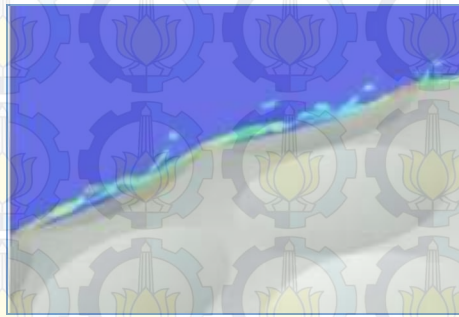


Gambar 2.6 Aliran fluida pada plat rata

2.3.5 Dimple

Bola yang digunakan pada olahraga golf memiliki bentuk dan konfigurasi yang khusus, yaitu permukaannya yang memiliki

dimple – dimple kecil, Bentuk ini ternyata memiliki pengaruh pada aerodinamika dari bola golf tersebut. Bola golf dibuat berlubang-lubang untuk membuat pergeseran lapisan pada udara semakin lambat karena ada lapisan kecil pada alur/lubang bola pada permukaan sehingga memperpanjang jarak geseran lapisan udara pada lapisan paling dekat pada permukaan, jadi kecepatan udara pada permukaan naik sehingga beda kecepatan dengan lapisan di atasnya lebih kecil hal ini juga dapat mengurangi timbulnya turbulensi pada bagian akhir bola.



Gambar 2.7 Aliran udara pada permukaan dimple

2.3.6 Drag

Gaya hambat adalah komponen gaya fluida pada benda yang searah dengan arah aliran fluida atau gerakan benda. Gaya hambat dibedakan menjadi gaya hambat bentuk (form drag) dan gaya hambat gelombang (wave drag). Dengan pendekatan bahwa pada aliran tidak timbul gelombang maka pembahasan gaya hambat hanyalah gaya hambat bentuk saja, untuk selanjutnya disebut gaya hambat. Dari analisa tanpa dimensi dapat ditentukan

gaya hambat diduga merupakan fungsi sebagai berikut :
 Parameter tanpa dimensi tersebut dinyatakan sebagai koefisien gaya hambat, C_D pada persamaan dibawah ini :

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot U^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2}$$

Ada dua drag yang terjadi pada bola golf, yaitu skin friction drag (gaya hambatakibat gesekan dengan udara degan bola) dan pressure drag (gaya hambat akibat olakanaliran dibelakang bola). Pada bola licin, aliran dari depan akan bola terbelah ke sekitar bola, bergerak ke belakang, namun aliran terlepas sebelum sampai diujung belakang, dan terjadi ulakan2 kecil dibelakang bola. Alirannya adalah aliran laminar. Pada bola golf yang memiliki dimple, pelepasan aliran ini ini dapat ditunda, artinya titik pelepasan aliran dapat dapat digeser lebih ke belakang, olakannya pun lebih sedikit. Aliran pada boladengan dimple adalah aliran turbulen. Pressure drag pada aliran turbulen lebih kecil dari aliran laminer. Jadi, dengan memberi dimple pada bola (menambahkan kekasaran/ roughness) memang akan meningkatkan skin friction drag, tetapi pengurangan/reduksi terhadap pressure drag nya jauh lebih besar, sehingga drag totalnya lebih kecil.

2.3.7 Lift

Gaya angkat adalah komponen resultan gaya fluida tegak lurus terhadap aliranfluida. Besarnya gaya angkat untuk

mengangkat benda dengan bidang angkat umumnya didefinisikan sebagai:

$$F_L = C_L \cdot \rho \cdot U^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

Bidang angkat adalah bentuk-bentuk yang mampu menghasilkan daya angkat seperti : layang-layang, aerofoil, hidrofoil, baling-baling atau kipas. Dari persamaan 2.15 maka persamaan koefisien gaya angkat adalah :

$$C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot U^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2}$$

Gejala tentang gaya angkat diawali dari mekanika fluida klasik, yang kemukakan oleh Newton tahun 1672 dan di teliti oleh Magnus tahun 1853 dan menghasilkan efek Magnus yaitu : munculnya gaya angkat pada aliran fluida tidak bergesekan sekitar sebuah silinder akibat diberikan vortek bebas atau sirkulasi.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI

Metodologi penelitian merupakan kerangka dasar dari tahapan penyelesaian tugas akhir yang mencakup semua kegiatan yang akan dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa terhadap permasalahan skripsi ini. Metodologi tugas akhir ini dapat dilihat secara lengkap melalui gambar metodologi pengerjaan. penjelasan untuk seluruh proses dapat dijelaskan sebagai berikut :

3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada proses ini akan dilakukan suatu identifikasi dan perumusan masalah yaitu tentang analisa aliran pada bulbous bow dengan dimple menggunakan pendekatan *computational fluid dynamics* (cfd). Analisa aliran tersebut dengan menggunakan variasi kecepatan aliran yang mengarah pada bulbous bow dengan dimple, yang diharapkan nantinya dapat mengurangi gesekan dengan air laut.

3.2 Studi Literatur

Tahap selanjutnya adalah melakukan studi literatur dengan tujuan untuk merangkum teori-teori dasar, acuan secara umum dan khusus, serta untuk memperoleh berbagai informasi pendukung lainnya yang berhubungan dengan pengerjaan tugas akhir ini. Studi literatur ini dapat diperoleh dari buku, jurnal, paper atau dari internet yang mendukung bahasan dari tugas akhir ini. Selain itu bisa juga dengan melakukan tanya jawab dengan pihak yang berkepentingan dan berkompeten pada bahasan ini.

3.3 Pengumpulan data

Selama penulisan tugas akhir ini penulis melakukan pengumpulan data untuk menyelesaikan pengerjaan tugas akhir ini, baik data tersebut dari internet ataupun dari penelitian-penelitian sebelumnya. Data yang diambil untuk pengerjaan tugas akhir ini adalah konsep-konsep dasar aliran dan analisa aliran pada bola golf, serta data dari penelitian sebelumnya tentang analisa efek penggunaan dimple pada plat datar dengan rasio diameter dan rasio kecekungan yang sudah dianalisa.

3.4 Penentuan parameter desain

Dalam penelitian ini desain yang akan dibuat memiliki persyaratan tertentu. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam pembuatan desain tersebut. Diantaranya adalah diketahui b adalah diameter dari dimple dan t adalah ketebalan plat. Beberapa syaratnya antara lain :

- a. Jika $b = \frac{1}{2} t$, maka maksimal kedalaman dimple adalah melebihi setengah ketebalan plat
- b. Jika $b > \frac{1}{2} t$, maka maksimal kedalaman dimple adalah melebihi setengah kedalaman plat
- c. Jika $b < \frac{1}{2} t$, maka maksimal kedalaman dimple adalah tidak sampai melebihi setengah kedalaman plat.

Syarat-syarat tersebut diatas akan sangat berpengaruh pada penentuan rasio. Dalam penelitian ini digunakan 2 rasio, yaitu rasio kecekungan atau rasio diameter plat terhadap tebal plat dan ada rasio diameter dimple terhadap sisi bujur sangkar.

a. Rasio kecekungan (R_c)

Merupakan rasio perbandingan antara diameter dimple yang akan didesain terhadap ketebalan plat. Rasio ini nantinya akan berpengaruh terhadap tingkat kedalaman dimple dari ketebalan plat. Untuk memenuhi persyaratan pertama ini, maka diameter dimple yang akan dibuat adalah setengah dari ketebalan plat.

$$R_c = b/2r$$

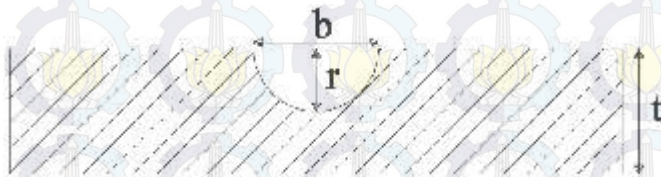
Keterangan :

R_c = Rasio kecekungan

b = Diameter dimple (m)

r = Jari-jari bola (m)

Jika diameter dimple adalah b , maka kedalaman dimple yang akan terbentuk adalah $\frac{1}{2} t$, sehingga titik pusat bola berada tepat pada titik pusat lingkaran dimple. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 3.1.



Gambar 3.1 Rasio dimple terhadap ketebalan plat

Jika $r = \frac{1}{2} b$, maka kedalaman dimple maksimal yang terbentuk adalah $\frac{1}{2} t$, sehingga titik pusat bola berada tepat pada titik pusat lingkaran dimple. Sehingga dari pengertian ini menghasilkan persamaan :

$R_c = b/r$, nilainya adalah 2

Jika r/b , nilainya adalah 0,5,

Agar rasio yang terbentuk bernilai 1 maka,

$$R_c = 2r/b$$

Dengan persamaan diatas maka akan terbentuk rasio kecekungan yang nilainya sebesar 1, akan tetapi apabila titik pusat bola diatas titik pusat lingkaran dimple maka nilai rasio maksimal bisa melebihi dari 1, sehingga terbentuklah persamaan rasio baru yaitu :

$$R_c = b/2r$$

b. Rasio diameter dimple terhadap sisi bujur sangkar (R_{D_s})

Merupakan rasio perbandingan antara besar diameter dimple yang akan didesain terhadap sisi-sisi bujur sangkar pembentuk dimple. Rasio ini nantinya akan berpengaruh terhadap besar jarak antara dimple satu dengan dimple yang lainnya. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$R_{D_s} = b/s$$

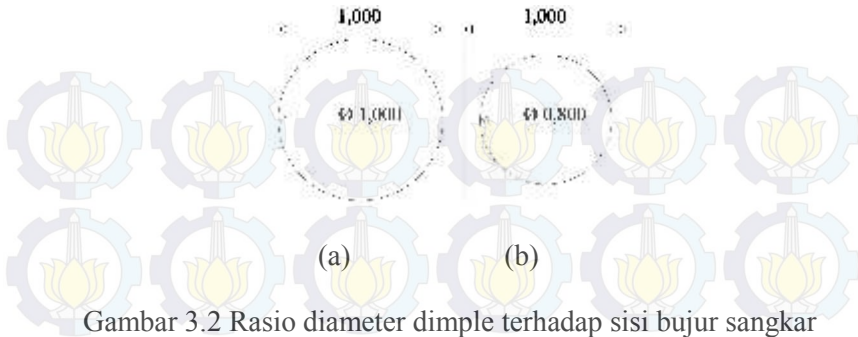
Keterangan :

R_{D_s} = Rasio diameter dimple terhadap sisi bujur sangkar

b = diameter dimple (m)

s = sisi bujur sangkar (m)

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 3.2.

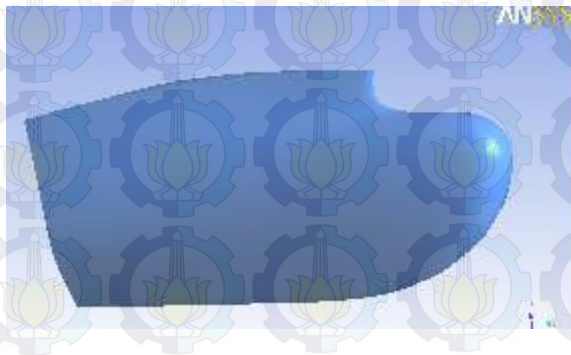


Gambar 3.2 Rasio diameter dimple terhadap sisi bujur sangkar

Pada gambar diatas dapat diketahui bahwa dengan memasukkan rumus diatas gambar 3.2 (a) mempunyai rasio diameter sebesar 1. Sedangkan pada gambar 3.2 (b) mempunyai rasio diameter sebesar 0,8.

3.5 Pembuatan Model

Pembuatan model bulbous bow menggunakan software Maxsurf yang kemudian diubah ke format cfd. Model bulbous bow yang akan dibuat berdasarkan pada batasan masalah yang sudah ditentukan.



Gambar 3.3 Bulbous bow tanpa dimple



Gambar 3.4 Bulbous bow dengan dimple

3.6 Pengujian Model dan Pencatatan Data

Setelah pembuatan model yang akan diuji selesai langkah selanjutnya yaitu pengujian model dan pencatatan data, pengujian model dilakukan pada ANSYS. Pengujian model ini bertujuan untuk mengetahui aliran dan gaya gesek yang terjadi akibat adanya variasi kecepatan aliran.

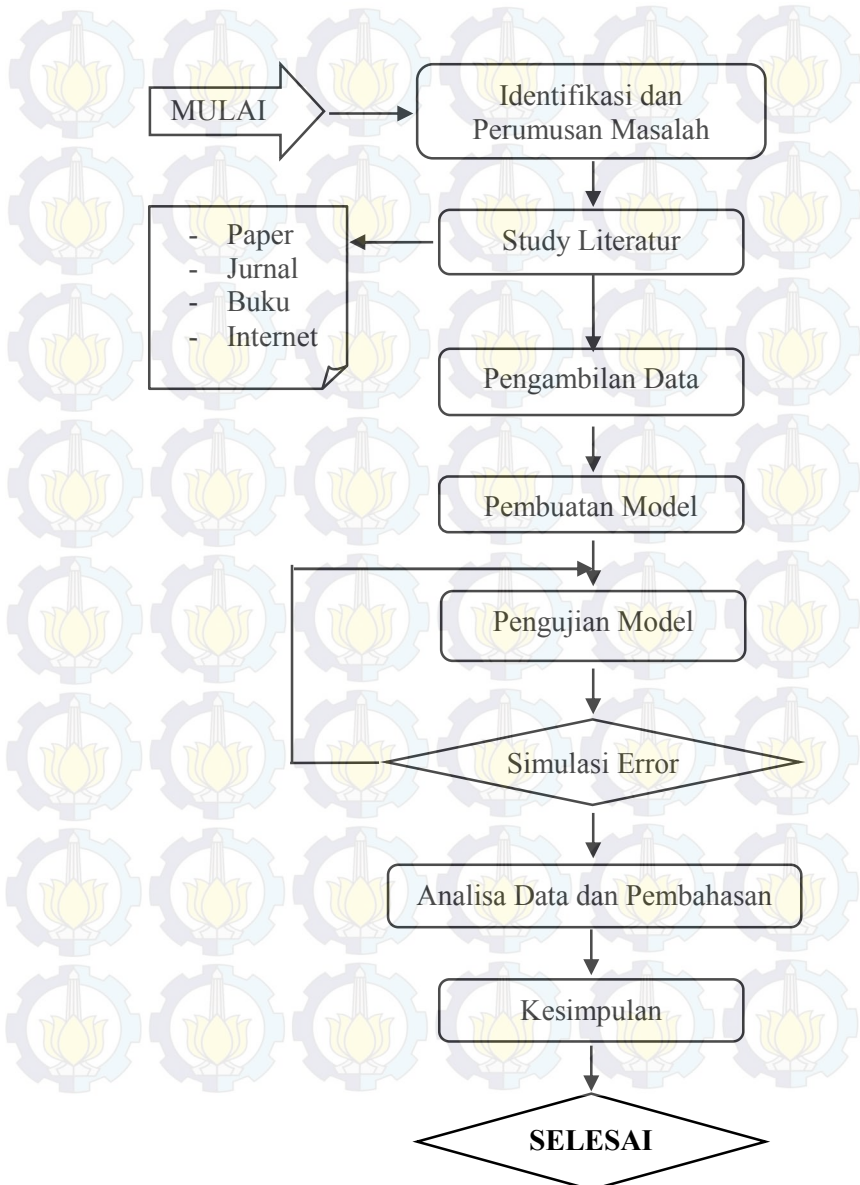
3.7 Analisa Data dan Pembahasan

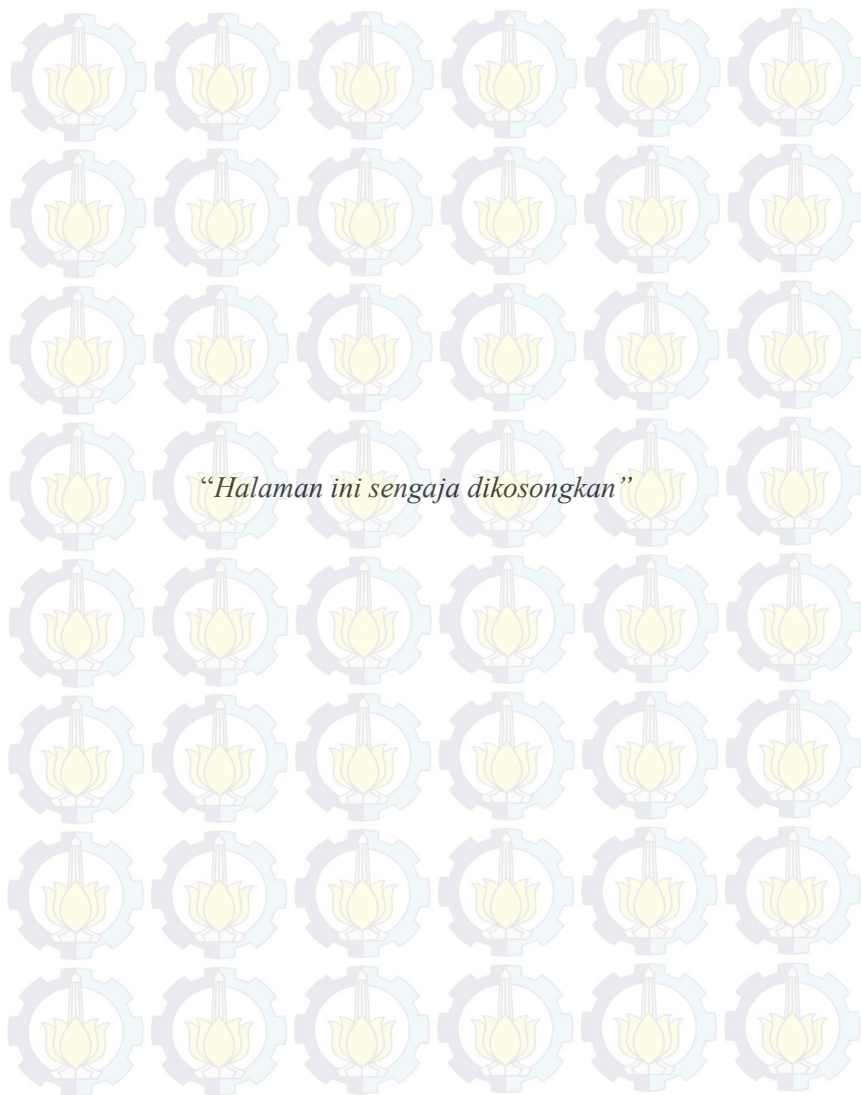
Setelah simulasi pada ANSYS CFX selesai, selanjutnya adalah analisa data dan pembahasan yaitu membandingkan data yang sudah didapat dari pengujian model pada tiap – tiap variable serta menampilkan data tersebut dalam grafik.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisa data dan pembahasan selanjutnya adalah menarik kesimpulan dari analisa data yang sudah dilakukan dan memberikan saran-saran atau rekomendasi yang relevan sebagai pertimbangan di waktu yang akan datang.

3.9 Diagram alur pengerjaan tugas akhir





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah – langkah analisa data berupa pembuatan model dan simulasi menggunakan software *Ansys CFD (Computation Fluid Dynamics)*. Pembuatan model didasarkan pada batasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Langkah – langkah ini saling berkaitan dan tidak dapat dipisah satu dengan yang lain. Terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu model sehingga dapat dilanjutkan ke proses running.

4.2 Variasi Model

Pada bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa variasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah variasi kecepatan aliran yang melalui model dengan 2 model yaitu bulbous bow permukaan rata dan bulbous bow permukaan dengan dimple.

Adapun data – data utama yang diperlukan untuk proses pembuatan model dan simulasi pada penelitian ini direncanakan sebagai berikut :

Panjang Bulbous bow	: 3 m
Tinggi Bulbous bow	: 1 m
Variasi Rc	: 0,3 cm (<i>diambil yang terbaik dari penelitian sebelumnya</i>)

Variasi R_{Dc} : 0,8 cm (*diambil yang terbaik dari penelitian sebelumnya*)

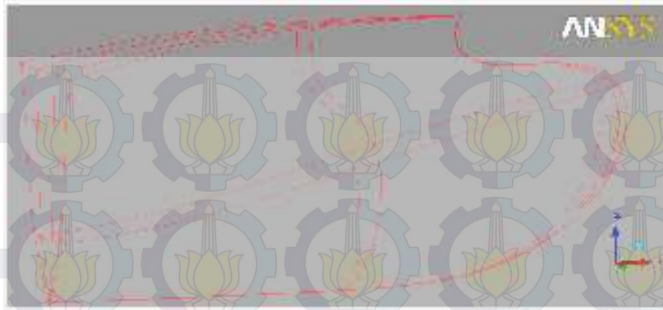
Variasi kecepatan : (10;12;14;16) Knot

4.3 Penggambaran Model

Pada sub-bab ini akan dijelaskan bagaimana langkah – langkah penggambaran model bulbous bow. dilakukan untuk mendapatkan data yang nantinya akan dianalisa sesuai dengan tujuan dan rumusan masalah. Model yang akan dirancang didasarkan pada batasan masalah. Ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu model sehingga dapat dilanjutkan ke proses running dan solver. Langkah-langkah ini saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya. Penggambaran model ini dilakukan tahap demi tahap dimulai dari penentuan koordinat hingga meshing.

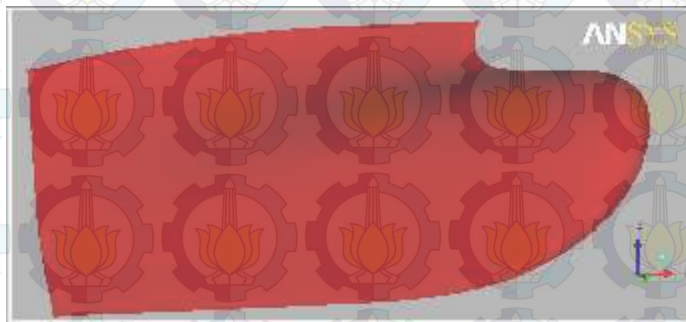
Pada model ini akan dilakukan beberapa variasi diantaranya variasi permukaan plat bulbous bow yaitu permukaan rata dan permukaan dengan dimple, dan masing – masing bulbous bow akan divariasi dengan kecepatan aliran 10 knot, 12 knot, 14 knot, 16 knot. Keseluruhan running yang dilakukan sebanyak 8 kali running.

Langkah awal yang dilakukan untuk penggambaran model yaitu menentukan koordinat. Koordinat ini diperoleh dari studi literatur tentang bulbous bow. Berikut adalah gambar plot koordinat bulbousbow secara 3 dimensi.



Gambar 4.1 Koordinat bulbous bow

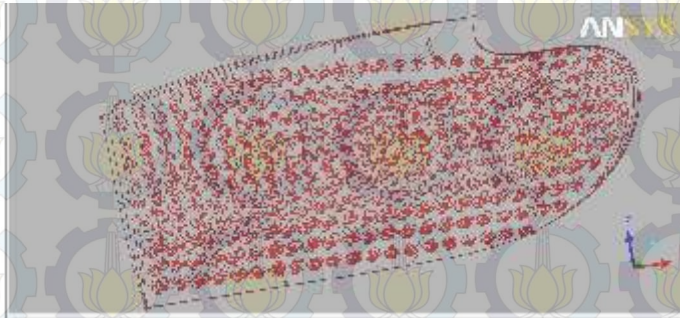
Setelah melakukan pengeplotan, titik-titik tersebut dihubungkan dengan garis (line). Proses ini dilakukan pada variasi bulbous bow. Sedangkan variasi kecepatan aliran dilakukan pada saat running. Apabila garis-garis tersebut sudah dihubungkan, maka dilakukan pembuatan surface agar dapat melakukan proses selanjutnya. Berikut adalah gambar surface dari bulbous bow.



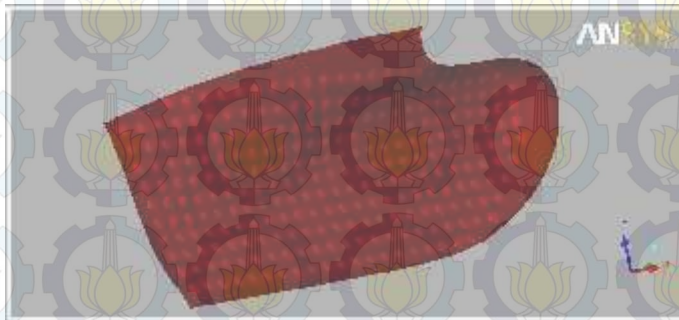
Gambar 4.2 Surface bulbous bow

Apabila proses tersebut sudah dilakukan maka dapat dilakukan proses selanjutnya yaitu pembuatan dimple pada

permukaan bulbous bow yang rata, dengan batasan masalah yang sudah ditentukan diawal, yaitu dengan rasio kecekungan sebesar 0,3 cm dan rasio diameter dimple terhadap sisi bujur sangkar sebesar 0,8 cm. Berikut adalah gambar plot koordinat bulbousbow dengan dimple secara 3 dimensi dan juga gambar surface dari bulbous bow dengan dimple.

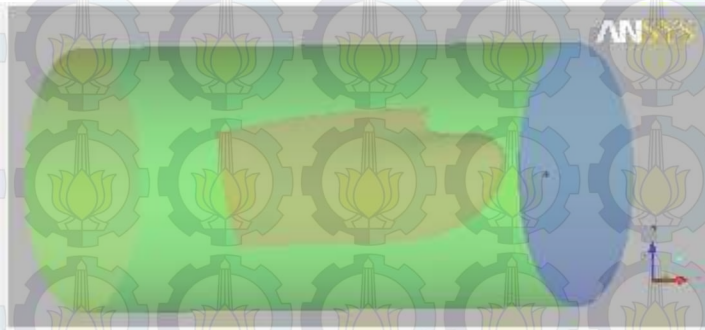


Gambar 4.3 Koordinat bulbous bow dengan dimple



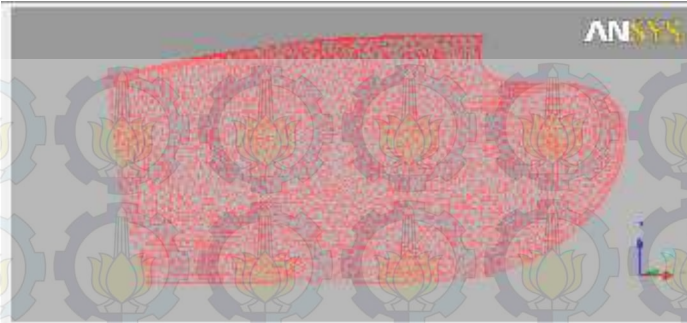
Gambar 4.4 Surface bulbous bow dengan dimple

Tahap sebelum masuk menuju ke grid (meshing) adalah membagi surface kedalam part yang sesuai dengan bulbous bow seperti pada inlet, outlet, wall, bulbous bow, dan dimple. Selanjutnya dilakukan pemberian body dan disini hanya diberi 1 body karena tidak ada perbedaan fluida yang melalui model.

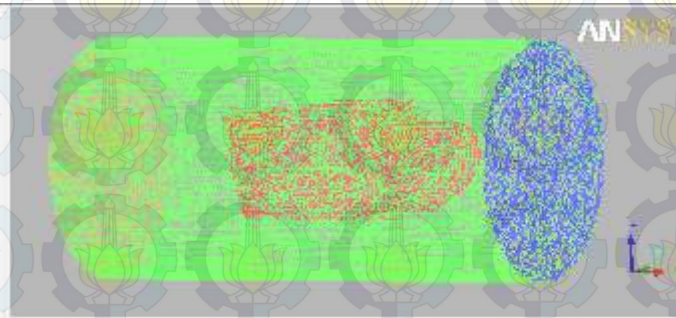


Gambar 4.5 Part surface secara keseluruhan

Proses selanjutnya adalah proses meshing. Pada proses ini, part yang ukurannya kecil dan lebih detail memerlukan grid (mesh) yang lebih halus (ukuran mesh-nya kecil), sedangkan untuk part yang ukurannya besar dan tidak terlalu detail cukup dengan grid (mesh) yang agak kasar (ukuran mesh-nya besar). Pada simulasi kali ini, mesh yang paling mendetail adalah part dimple karena ukurannya yang relatif kecil dan banyak. Kemudian dilanjutkan mesh pada part bulbous bow yang cukup mendetail dan diteruskan meshing pada part yang tidak terlalu mendetail yaitu pada inlet, wall, dan outlet.

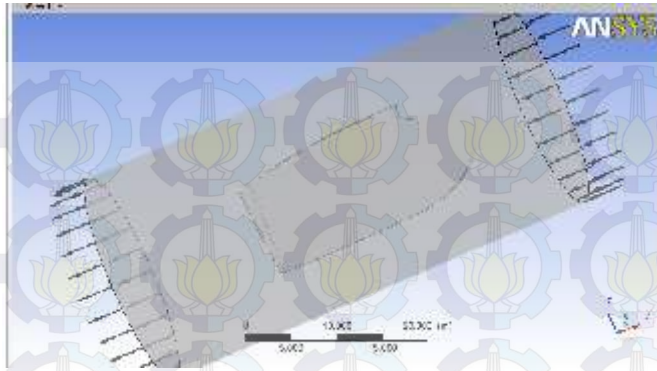


Gambar 4.6 Meshing pada bulbous bow



Gambar 4.7 Meshing part keseluruhan

Tahap berikutnya dalam simulasi dinamakan CFX pre. CFX pre merupakan langkah lanjut dari CFX build. CFX build berfungsi untuk memasukkan inputan data sebelum melakukan simulasi.



Gambar 4.8 Tampilan pada CFX-Pre

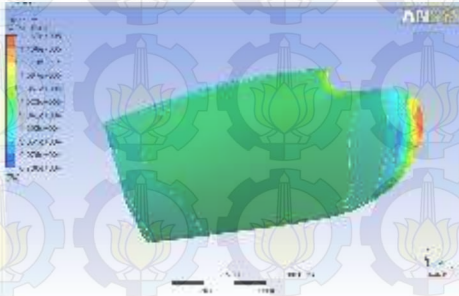
Langkah pertama yang dilakukan di CFX pre adalah membuat domain. Pada model ini ada 1 domain, yaitu : bulbous bow, dimple, inlet, outlet, dan wall.

Hal lain yang juga perlu diperhatikan adalah jumlah iterasi yang diinginkan, kemudian baru melakukan running dengan jenis keluaran proses ini adalah file result atau disingkat “res”. Dari sini kemudian melangkah ke proses selanjutnya yaitu proses solver. Dengan menggunakan inputan file definition dari tahap pre, proses running solver dijalankan untuk membaca persamaan-persamaan dari simulasi yang telah dilakukan, sehingga output parameter yang akan dicari dapat ditampilkan.

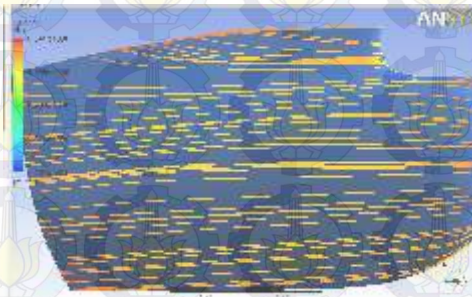
Dari hasil running dapat dibaca pada CFX-Post dengan file ekstensi *.cst. langkah terakhir dari rangkaian proses simulasi adalah proses post. Proses post adalah tahapan yang mana file result dari solver divisualisasikan melalui gambar dan animasi berupa tampilan dan sebagainya. Data yang dibutuhkan akan didapatkan baik secara visual maupun nominal.

4.4 Model Hasil Simulasi

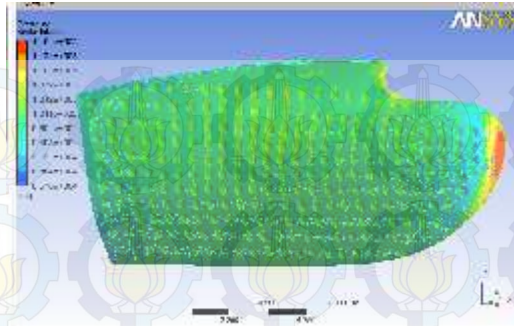
Dari model – model yang disimulasikan akan diperoleh data berupa luas (m^2), Tekanan (Pa), Force (N) pada permukaan bulbousbow baik tanpa dimple maupun dengan dimple. Terdapat 2 model dengan 4 variasi kecepatan aliran, sehingga dari model tersebut didapat 8 data. Data – data tersebut akan digunakan untuk analisa aliran dan gaya gesek yang terjadi pada permukaan model. Hasil simulasi tersebut berupa kontur tekanan dan juga aliran pada permukaan model yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



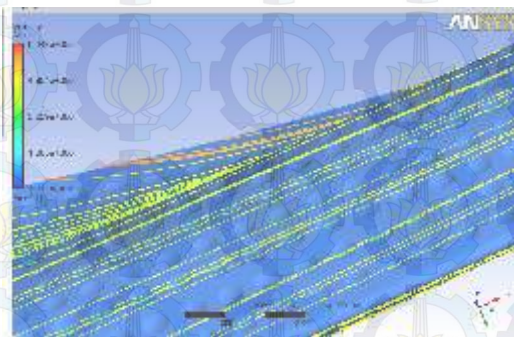
Gambar 4.9 Kontur Tekanan pada Bulbous bow rata



Gambar 4.10 Streamline Aliran pada bulbous bow rata



Gambar 4.11 Kontur Tekanan pada Bulbous bow dengan dimple



Gambar 4.12 Streamline Aliran pada Bulbous bow dengan dimple

4.5 Analisa Data Hasil Simulasi

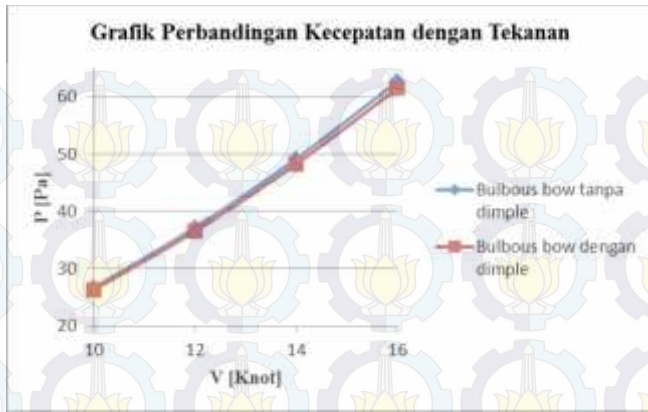
Pada tahap analisa ini, data yang diperoleh dari proses simulasi diambil variasi dari percobaan yang telah dilakukan adalah berikut ini.

Tabel 4.1 Hasil variasi kecepatan pada bulbous bow permukaan rata dan bulbous bow dengan dimple terhadap tekanan dan Gaya Gesek.

No.	Nama Model	V [Knot]	P [N/m ²]	F _{drag} [KN]
1	Bulbous bow tanpa dimple	10	26,72	19,75
2		12	37,19	27,48
3		14	49,20	36,36
4		16	62,71	46,34
5	Bulbous bow dengan dimple	10	26,30	19,44
6		12	36,56	27,02
7		14	48,31	35,70
8		16	61,52	45,47

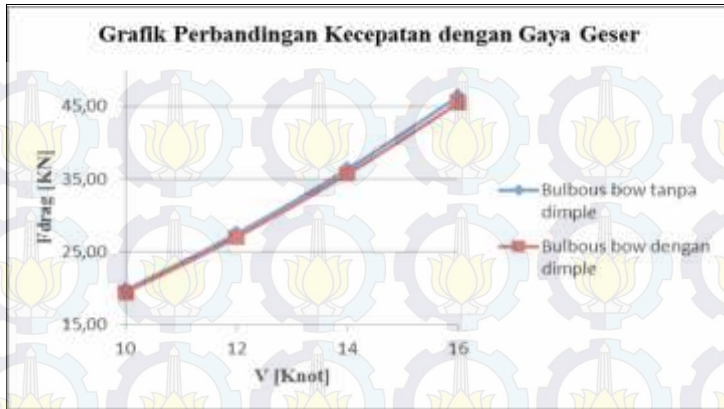
4.6 Pembahasan

Semua data yang ada didalam sub-bab analisa data hasil simulasi tersebut akan diplotkan kedalam bentuk grafik untuk mengetahui karakteristik dari masing – masing model yang telah divariasikan. Berikut adalah grafik dari data tersebut.



Gambar 4.13 Grafik perbandingan tekanan dengan kecepatan pada model

Dari grafik tersebut dijelaskan bahwa kecepatan berbanding lurus dengan tekanan pada permukaan model, dan pada grafik tersebut terlihat bahwa nilai tekanan pada bulbous bow dengan dimple relatif lebih kecil dibandingkan dengan bulbous bow tanpa dimple, selisih penurunan nilai tekanannya sebesar 1%. Hal ini disebabkan karena adanya faktor pemberian variasi atau cekungan pada permukaan bulbous bow yang mengakibatkan aliran laminar pada permukaan model akan berkurang sehingga nilai tekanannya akan berkurang.

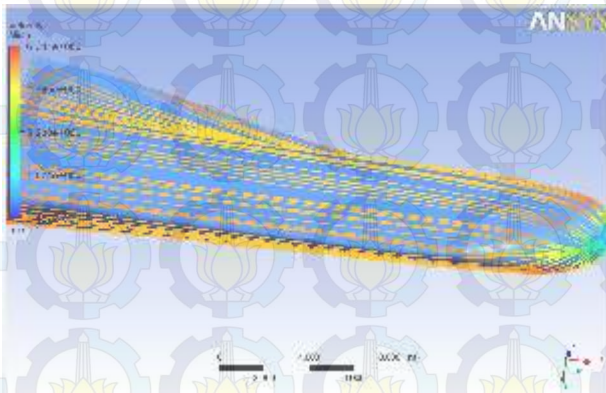


Gambar 4.14 Grafik perbandingan gaya geser dengan kecepatan pada model

Dari grafik tersebut dijelaskan bahwa kecepatan berbanding lurus dengan gaya geser pada permukaan model, dan pada grafik tersebut terlihat bahwa nilai gaya geser pada bulbous bow dengan dimple relatif lebih kecil dibandingkan dengan bulbous bow tanpa dimple, selisih penurunan nilai tekanannya sebesar 1%. Hal ini disebabkan karena adanya faktor pemberian variasi atau cekungan pada permukaan bulbous bow yang mengakibatkan aliran laminar pada permukaan model akan berkurang sehingga nilai gaya gesernya akan berkurang.

4.6.1 Pembahasan pada Bulbous bow Permukaan Rata dengan variasi kecepatan aliran 10 Knot

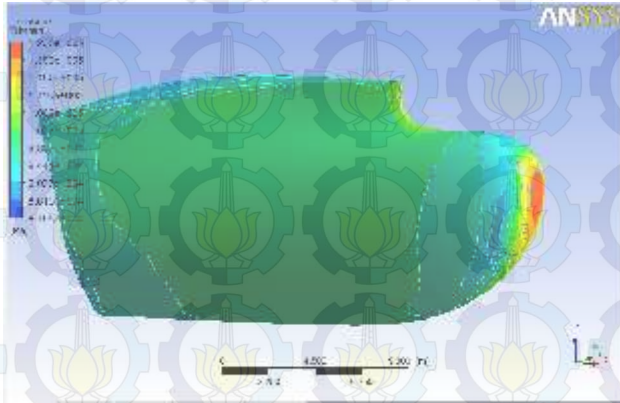
Pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 10 Knot mempunyai bentuk aliran yang laminer dikarenakan permukaan model yang rata dan halus. Aliran tersebut dapat dilihat pada gambar hasil simulasi berikut.



Gambar 4.15 Aliran pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 10 Knot

Gambar diatas menjelaskan tentang velocity factor, jadi kontur warna yang ditunjukkan pada gambar diatas yang berwarna biru dan merah menunjukkan permukaan model yang pertama kali mengenai aliran fluida, fluida dengan kecepatan tertentu yang kemudian mengenai permukaan model seluruhnya dan kemudian diteruskan ke permukaan bagian belakang dan aliran yang berwarna oranye menunjukkan aliran yang mengalami penurunan kecepatan dikarenakan adanya gaya gesek yang diakibatkan dari permukaan model dibagian depan.

Pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 10 knot mempunyai nilai tekanan pada permukaan model sebesar 26,7206 Pa, angka tersebut didapat dari calculation pada ansys cfx. Dan berikut kontur tekanan pada permukaan.

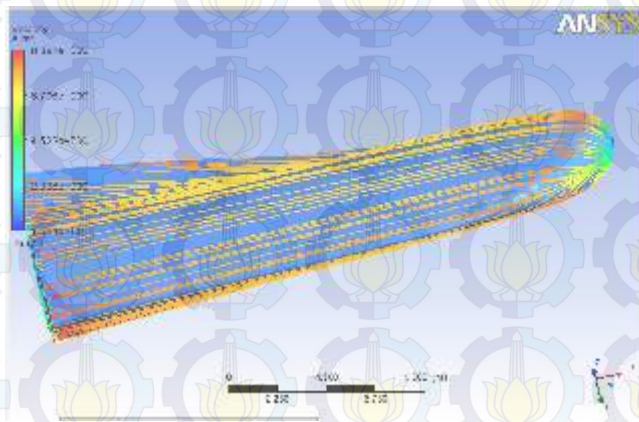


Gambar 4.16 Kontur tekanan pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 10 Knot

Gambar diatas menunjukkan kontur tekanan pada permukaan bulbous bow tanpa dimple dengan warna yang berbeda di tiap permukaannya, hal tersebut dikarenakan aliran tersebut mengenai permukaan model dari arah depan sehingga tekanan pada permukaan akan terus berkurang sampai ke belakang, kontur warna merah menunjukkan angka tekanan yang paling besar, dan warna tersebut terdapat pada bagian depan model, hal tersebut disebabkan karena permukaan tersebut yang pertama kali mengenai aliran fluida sehingga mempunyai tekanan yang besar, dan kontur warna biru mempunyai angka tekanan yang paling kecil. Warna hijau dominan pada permukaan model dengan angka tekanan rata – rata.

4.6.2 Pembahasan pada Bulbous bow Permukaan Rata dengan variasi kecepatan aliran 12 Knot

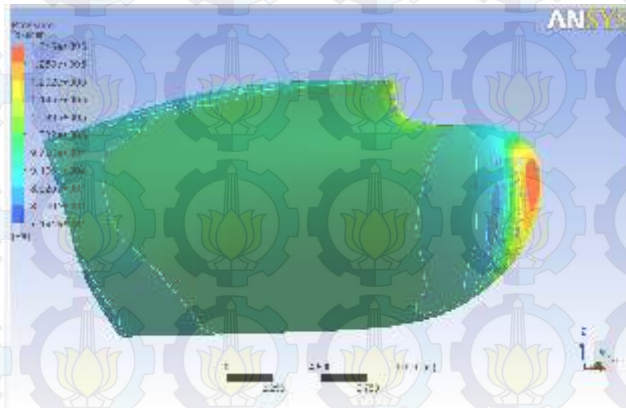
Pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 12 Knot mempunyai bentuk aliran yang laminer dikarenakan permukaan model yang rata dan halus. Aliran tersebut dapat dilihat pada gambar hasil simulasi berikut.



Gambar 4.17 Aliran pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 12 Knot

Gambar diatas menjelaskan tentang velocity factor, jadi kontur warna yang ditunjukkan pada gambar diatas yang berwarna biru dan merah menunjukkan permukaan model yang pertama kali mengenai aliran fluida, fluida dengan kecepatan tertentu yang kemudian mengenai permukaan model seluruhnya dan kemudian diteruskan ke permukaan bagian belakang dan aliran yang berwarna oranye menunjukkan aliran yang mengalami penurunan kecepatan dikarenakan adanya gaya gesek yang diakibatkan dari permukaan model dibagian depan.

Pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 12 knot mempunyai nilai tekanan pada permukaan model sebesar 37,1899 Pa, angka tersebut didapat dari calculation pada ansys cfx. Dan berikut kontur tekanan pada permukaan.

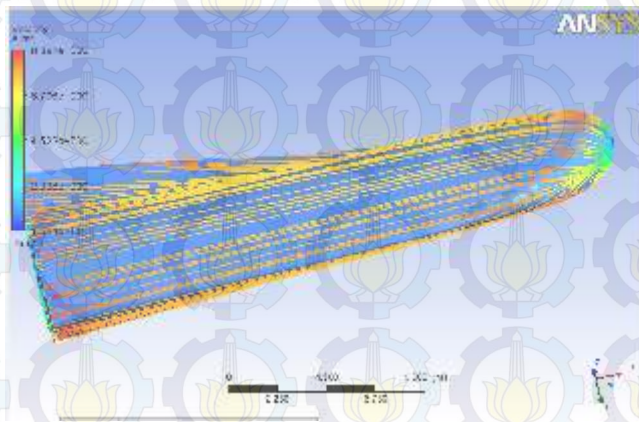


Gambar 4.18 Kontur tekanan pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 12 Knot

Gambar diatas menunjukkan kontur tekanan pada permukaan bulbous bow tanpa dimple dengan warna yang berbeda di tiap permukaannya, hal tersebut dikarenakan aliran tersebut mengenai permukaan model dari arah depan sehingga tekanan pada permukaan akan terus berkurang sampai ke belakang, kontur warna merah menunjukkan angka tekanan yang paling besar, dan warna tersebut terdapat pada bagian depan model, hal tersebut disebabkan karena permukaan tersebut yang pertama kali mengenai aliran fluida sehingga mempunyai tekanan yang besar, dan kontur warna biru mempunyai angka tekanan yang paling kecil. Warna hijau dominan pada permukaan model dengan angka tekanan rata – rata.

4.6.3 Pembahasan pada Bulbous bow Permukaan Rata dengan variasi kecepatan aliran 14 Knot

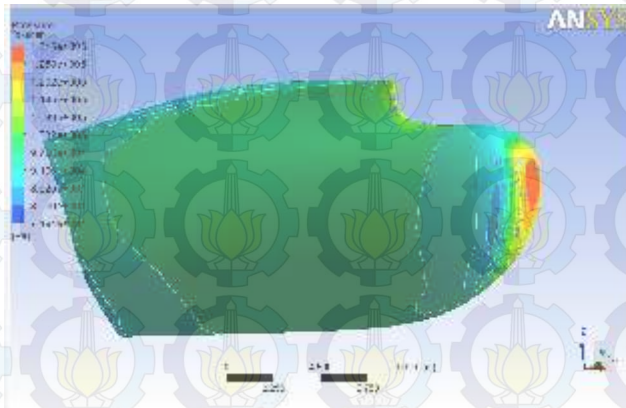
Pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 14 Knot mempunyai bentuk aliran yang laminer dikarenakan permukaan model yang rata dan halus. Aliran tersebut dapat dilihat pada gambar hasil simulasi berikut.



Gambar 4.19 Aliran pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 14 Knot

Gambar diatas menjelaskan tentang velocity factor, jadi kontur warna yang ditunjukkan pada gambar diatas yang berwarna biru dan merah menunjukkan permukaan model yang pertama kali mengenai aliran fluida, fluida dengan kecepatan tertentu yang kemudian mengenai permukaan model seluruhnya dan kemudian diteruskan ke permukaan bagian belakang dan aliran yang berwarna oranye menunjukkan aliran yang mengalami penurunan kecepatan dikarenakan adanya gaya gesek yang diakibatkan dari permukaan model dibagian depan.

Pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 14 knot mempunyai nilai tekanan pada permukaan model sebesar 49,199 Pa, angka tersebut didapat dari calculation pada ansys cfx. Dan berikut kontur tekanan pada permukaan.

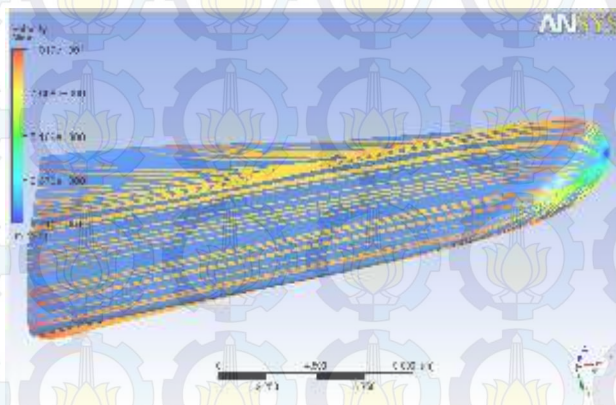


Gambar 4.20 Kontur tekanan pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 14 Knot

Gambar diatas menunjukkan kontur tekanan pada permukaan bulbous bow tanpa dimple dengan warna yang berbeda di tiap permukaannya, hal tersebut dikarenakan aliran tersebut mengenai permukaan model dari arah depan sehingga tekanan pada permukaan akan terus berkurang sampai ke belakang, kontur warna merah menunjukkan angka tekanan yang paling besar, dan warna tersebut terdapat pada bagian depan model, hal tersebut disebabkan karena permukaan tersebut yang pertama kali mengenai aliran fluida sehingga mempunyai tekanan yang besar, dan kontur warna biru mempunyai angka tekanan yang paling kecil. Warna hijau dominan pada permukaan model dengan angka tekanan rata – rata.

4.6.4 Pembahasan pada Bulbous bow Permukaan Rata dengan variasi kecepatan aliran 16 Knot

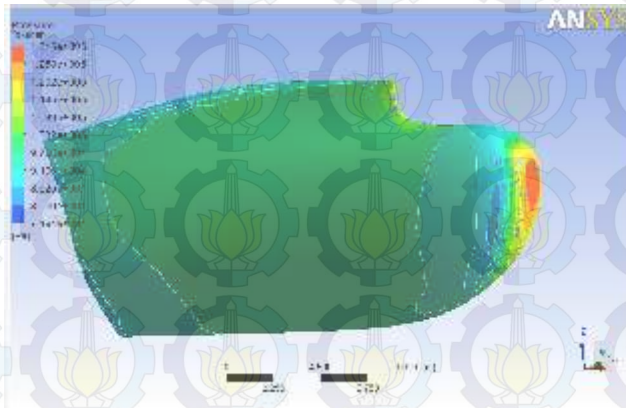
Pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 16 Knot mempunyai bentuk aliran yang laminier dikarenakan permukaan model yang rata dan halus. Aliran tersebut dapat dilihat pada gambar hasil simulasi berikut.



Gambar 4.21 Aliran pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 16 Knot

Gambar diatas menjelaskan tentang velocity factor, jadi kontur warna yang ditunjukkan pada gambar diatas yang berwarna biru dan merah menunjukkan permukaan model yang pertama kali mengenai aliran fluida, fluida dengan kecepatan tertentu yang kemudian mengenai permukaan model seluruhnya dan kemudian diteruskan ke permukaan bagian belakang dan aliran yang berwarna oranye menunjukkan aliran yang mengalami penurunan kecepatan dikarenakan adanya gaya gesek yang diakibatkan dari permukaan model dibagian depan.

Pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 16 knot mempunyai nilai tekanan pada permukaan model sebesar 62,709 Pa, angka tersebut didapat dari calculation pada ansys cfx. Dan berikut kontur tekanan pada permukaan.

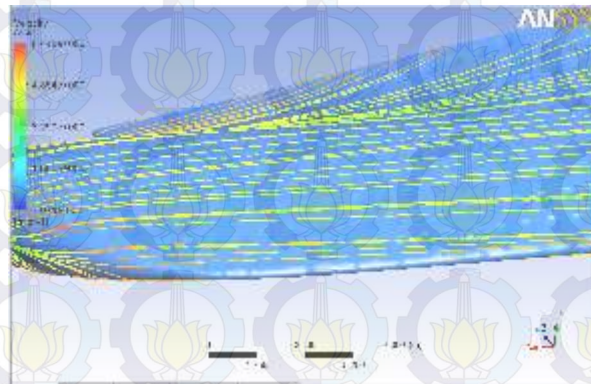


Gambar 4.22 Kontur tekanan pada bulbous bow permukaan rata dengan variasi kecepatan 16 Knot

Gambar diatas menunjukkan kontur tekanan pada permukaan bulbous bow tanpa dimple dengan warna yang berbeda di tiap permukaannya, hal tersebut dikarenakan aliran tersebut mengenai permukaan model dari arah depan sehingga tekanan pada permukaan akan terus berkurang sampai ke belakang, kontur warna merah menunjukkan angka tekanan yang paling besar, dan warna tersebut terdapat pada bagian depan model, hal tersebut disebabkan karena permukaan tersebut yang pertama kali mengenai aliran fluida sehingga mempunyai tekanan yang besar, dan kontur warna biru mempunyai angka tekanan yang paling kecil. Warna hijau dominan pada permukaan model dengan angka tekanan rata – rata.

4.6.5 Pembahasan pada Bulbous bow dengan Dimple dengan variasi kecepatan aliran 10 Knot

Pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 10 knot mempunyai bentuk aliran yang turbulan dikarenakan adanya dimple yang mengakibatkan aliran yang mengenai permukaan model terjadi kelokan. Aliran pertama yang masih mengenai permukaan rata dan halus masih dalam kondisi laminar namun setelah mengenai dimple yang diberi dipermukaan model mengakibatkan aliran laminar tersebut menjadi turbulen. Berikut adalah gambar aliran yang terjadi pada permukaan bulbous bow dengan dimple.

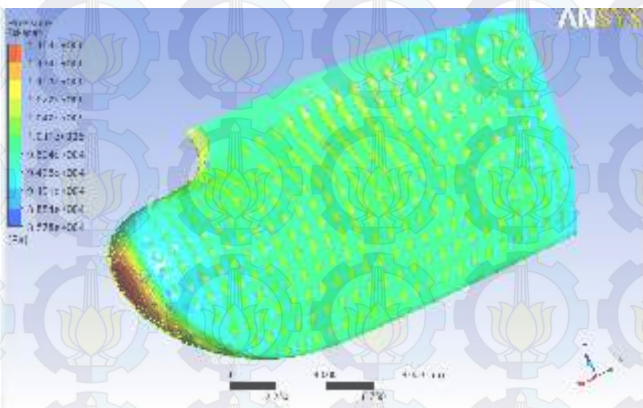


Gambar 4.23 Aliran pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 10 Knot

Gambar diatas menunjukkan velocity factor pada permukaan model, warna merah menunjukkan permukaan model yang pertama kali mengenai aliran fluida, fluida dengan kecepatan tertentu kemudian yang kemudian mengenai permukaan model seluruhnya dan kemudian diteruskan ke

permukaan bagian belakang. Pada permukaan dibagian tengah terlihat adanya kelokan yang mengenai dimple dan pada bagian tersebut terlihat warna kontur aliran kuning dan hijau menunjukkan pengurangan gesekan pada bagian permukaan tersebut, jika dibandingkan dengan bulbous bow permukaan rata pada bagian tengahnya dominan dengan warna oranye yang berarti angka velocity factor-nya lebih besar dibandingkan dengan bulbous bow dengan dimple. Dan pada bagian akhir aliran kontur warna menjadi biru diakibatkan kecepatan aliran menjadi berkurang akibat gesekan dengan permukaan model dibagian depan.

Pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 10 Knot mempunyai nilai tekanan pada permukaan model sebesar 26,30135 Pa, angka tersebut didapat dari calculation pada ansys cfx. Dan berikut kontur tekanan pada permukaan.



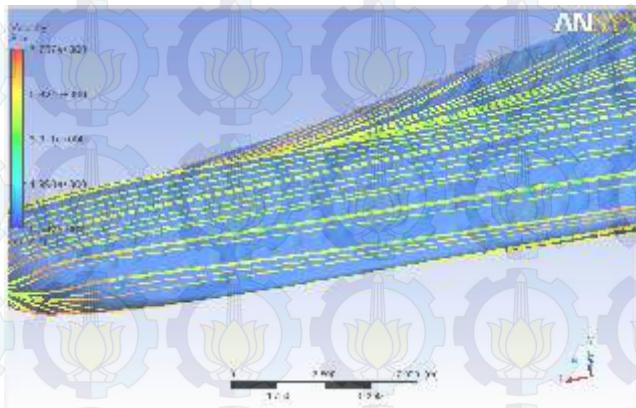
Gambar 4.24 Kontur tekanan pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 10 Knot

Gambar tersebut menunjukkan kontur tekanan pada permukaan bulbous bow dengan dimple dengan warna yang berbeda di tiap permukaannya hal tersebut dikarenakan aliran tersebut mengenai permukaan model dari arah depan sehingga tekanan pada permukaan akan terus berkurang sampai ke belakang, kontur warna merah menunjukkan angka tekanan yang paling besar, dan warna tersebut terdapat pada bagian depan model, hal tersebut disebabkan karena permukaan tersebut yang pertama kali mengenai aliran fluida sehingga mempunyai tekanan yang besar, dan kontur warna biru mempunyai angka tekanan yang paling kecil.

Dari gambar tersebut juga dapat dilihat perbedaan kontur tekanan pada bulbous bow permukaan rata dengan bulbous bow dengan dimple yang mana tekanan yang berada pada permukaan tengah atau yang terdapat dimple cenderung warnanya biru hijau atau tekanannya lebih kecil dibandingkan dengan permukaan rata. Hal tersebut sesuai dengan hasil perhitungan pada solver ansys dan tekanan tersebut dapat berkurang dikarenakan pemberian dimple – dimple pada permukaan bulbous bow.

4.6.6 Pembahasan pada Bulbous bow dengan Dimple dengan variasi kecepatan aliran 12 Knot

Pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 12 knot mempunyai bentuk aliran yang turbulan dikarenakan adanya dimple yang mengakibatkan aliran yang mengenai permukaan model terjadi kelokan. Aliran pertama yang masih mengenai permukaan rata dan halus masih dalam kondisi laminar namun setelah mengenai dimple yang diberi dipermukaan model mengakibatkan aliran laminar tersebut menjadi turbulen. Berikut adalah gambar aliran yang terjadi pada permukaan bulbous bow dengan dimple.

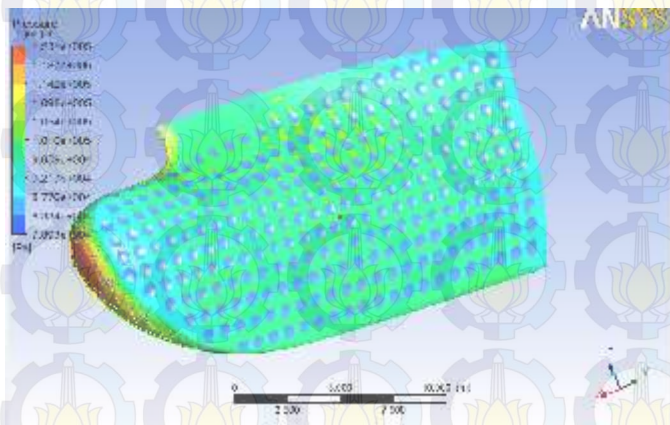


Gambar 4.25 Aliran pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 12 Knot

Gambar diatas menunjukkan velocity factor pada permukaan model, warna merah menunjukkan permukaan model yang pertama kali mengenai aliran fluida, fluida dengan kecepatan tertentu kemudian yang kemudian mengenai

permukaan model seluruhnya dan kemudian diteruskan ke permukaan bagian belakang. Pada permukaan dibagian tengah terlihat adanya kelokan yang mengenai dimple dan pada bagian tersebut terlihat warna kontur aliran kuning dan hijau menunjukkan pengurangan gesekan pada bagian permukaan tersebut, jika dibandingkan dengan bulbous bow permukaan rata pada bagian tengahnya dominan dengan warna oranye yang berarti angka velocity factor-nya lebih besar dibandingkan dengan bulbous bow dengan dimple. Dan pada bagian akhir aliran kontur warna menjadi biru diakibatkan kecepatan aliran menjadi berkurang akibat gesekan dengan permukaan model dibagian depan.

Pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 12 Knot mempunyai nilai tekanan pada permukaan model sebesar 36,5602 Pa, angka tersebut didapat dari calculation pada ansys cfx. Dan berikut kontur tekanan pada permukaan.



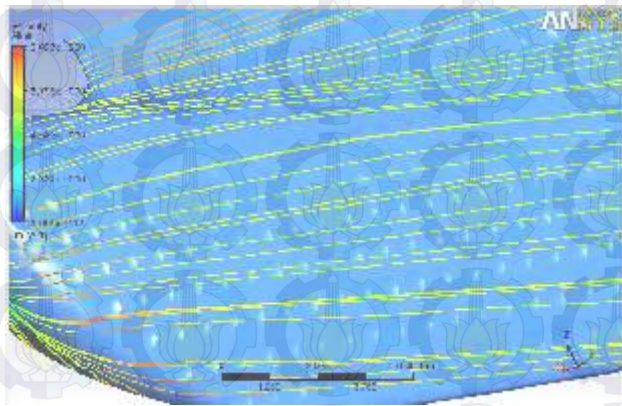
Gambar 4.26 Kontur tekanan pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 12 Knot

Gambar tersebut menunjukkan kontur tekanan pada permukaan bulbous bow dengan dimple dengan warna yang berbeda di tiap permukaannya hal tersebut dikarenakan aliran tersebut mengenai permukaan model dari arah depan sehingga tekanan pada permukaan akan terus berkurang sampai ke belakang, kontur warna merah menunjukkan angka tekanan yang paling besar, dan warna tersebut terdapat pada bagian depan model, hal tersebut disebabkan karena permukaan tersebut yang pertama kali mengenai aliran fluida sehingga mempunyai tekanan yang besar, dan kontur warna biru mempunyai angka tekanan yang paling kecil.

Dari gambar tersebut juga dapat dilihat perbedaan kontur tekanan pada bulbous bow permukaan rata dengan bulbous bow dengan dimple yang mana tekanan yang berada pada permukaan tengah atau yang terdapat dimple cenderung warnanya biru hijau atau tekanannya lebih kecil dibandingkan dengan permukaan rata. Hal tersebut sesuai dengan hasil perhitungan pada solver ansys dan tekanan tersebut dapat berkurang dikarenakan pemberian dimple – dimple pada permukaan bulbous bow.

4.6.7 Pembahasan pada Bulbous bow dengan Dimple dengan variasi kecepatan aliran 14 Knot

Pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 14 knot mempunyai bentuk aliran yang turbulan dikarenakan adanya dimple yang mengakibatkan aliran yang mengenai permukaan model terjadi kelokan. Aliran pertama yang masih mengenai permukaan rata dan halus masih dalam kondisi laminar namun setelah mengenai dimple yang diberi dipermukaan model mengakibatkan aliran laminar tersebut menjadi turbulen. Berikut adalah gambar aliran yang terjadi pada permukaan bulbous bow dengan dimple.

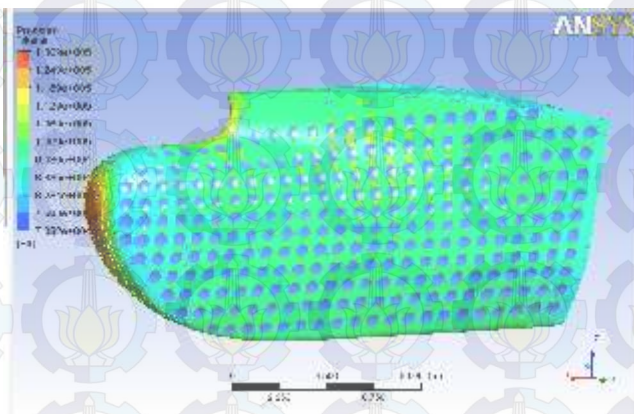


Gambar 4.27 Aliran pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 14 Knot

Gambar diatas menunjukkan velocity factor pada permukaan model, warna merah menunjukkan permukaan model yang pertama kali mengenai aliran fluida, fluida dengan kecepatan tertentu kemudian yang kemudian mengenai permukaan model seluruhnya dan kemudian diteruskan ke

permukaan bagian belakang. Pada permukaan dibagian tengah terlihat adanya kelokan yang mengenai dimple dan pada bagian tersebut terlihat warna kontur aliran kuning dan hijau menunjukkan pengurangan gesekan pada bagian permukaan tersebut, jika dibandingkan dengan bulbous bow permukaan rata pada bagian tengahnya dominan dengan warna oranye yang berarti angka velocity factor-nya lebih besar dibandingkan dengan bulbous bow dengan dimple. Dan pada bagian akhir aliran kontur warna menjadi biru diakibatkan kecepatan aliran menjadi berkurang akibat gesekan dengan permukaan model dibagian depan.

Pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 14 Knot mempunyai nilai tekanan pada permukaan model sebesar 48,3144 Pa, angka tersebut didapat dari calculation pada ansys cfx. Dan berikut kontur tekanan pada permukaan.



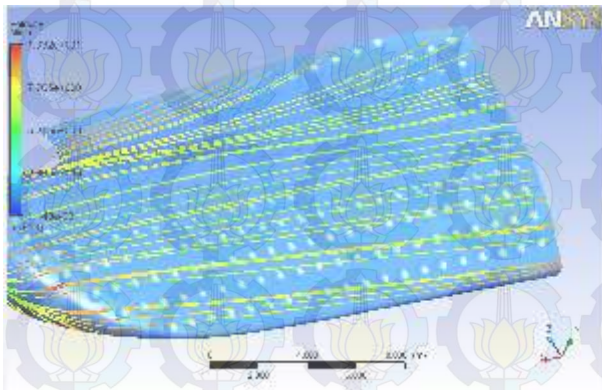
Gambar 4.28 Kontur tekanan pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 14 Knot

Gambar tersebut menunjukkan kontur tekanan pada permukaan bulbous bow dengan dimple dengan warna yang berbeda di tiap permukaannya hal tersebut dikarenakan aliran tersebut mengenai permukaan model dari arah depan sehingga tekanan pada permukaan akan terus berkurang sampai ke belakang, kontur warna merah menunjukkan angka tekanan yang paling besar, dan warna tersebut terdapat pada bagian depan model, hal tersebut disebabkan karena permukaan tersebut yang pertama kali mengenai aliran fluida sehingga mempunyai tekanan yang besar, dan kontur warna biru mempunyai angka tekanan yang paling kecil.

Dari gambar tersebut juga dapat dilihat perbedaan kontur tekanan pada bulbous bow permukaan rata dengan bulbous bow dengan dimple yang mana tekanan yang berada pada permukaan tengah atau yang terdapat dimple cenderung warnanya biru hijau atau tekanannya lebih kecil dibandingkan dengan permukaan rata. Hal tersebut sesuai dengan hasil perhitungan pada solver ansys dan tekanan tersebut dapat berkurang dikarenakan pemberian dimple – dimple pada permukaan bulbous bow.

4.6.8 Pembahasan pada Bulbous bow dengan Dimple dengan variasi kecepatan aliran 16 Knot

Pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 16 knot mempunyai bentuk aliran yang turbulan dikarenakan adanya dimple yang mengakibatkan aliran yang mengenai permukaan model terjadi kelokan. Aliran pertama yang masih mengenai permukaan rata dan halus masih dalam kondisi laminar namun setelah mengenai dimple yang diberi dipermukaan model mengakibatkan aliran laminar tersebut menjadi turbulen. Berikut adalah gambar aliran yang terjadi pada permukaan bulbous bow dengan dimple.

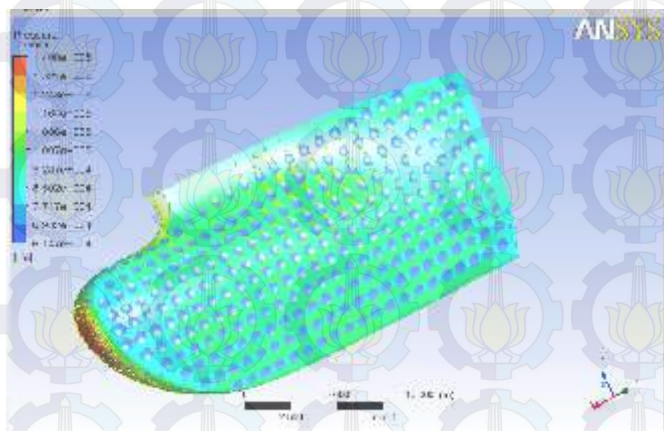


Gambar 4.29 Aliran pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 16 Knot

Gambar diatas menunjukkan velocity factor pada permukaan model, warna merah menunjukkan permukaan model yang pertama kali mengenai aliran fluida, fluida dengan kecepatan tertentu kemudian yang kemudian mengenai permukaan model seluruhnya dan kemudian diteruskan ke

permukaan bagian belakang. Pada permukaan dibagian tengah terlihat adanya kelokan yang mengenai dimple dan pada bagian tersebut terlihat warna kontur aliran kuning dan hijau menunjukkan pengurangan gesekan pada bagian permukaan tersebut, jika dibandingkan dengan bulbous bow permukaan rata pada bagian tengahnya dominan dengan warna oranye yang berarti angka velocity factor-nya lebih besar dibandingkan dengan bulbous bow dengan dimple. Dan pada bagian akhir aliran kontur warna menjadi biru diakibatkan kecepatan aliran menjadi berkurang akibat gesekan dengan permukaan model dibagian depan.

Pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 16 Knot mempunyai nilai tekanan pada permukaan model sebesar 61,5249 Pa, angka tersebut didapat dari calculation pada ansys cfx. Dan berikut kontur tekanan pada permukaan.



Gambar 4.30 Kontur tekanan pada bulbous bow dengan dimple dengan variasi kecepatan 16 Knot

Gambar tersebut menunjukkan kontur tekanan pada permukaan bulbous bow dengan dimple dengan warna yang berbeda di tiap permukaannya hal tersebut dikarenakan aliran tersebut mengenai permukaan model dari arah depan sehingga tekanan pada permukaan akan terus berkurang sampai ke belakang, kontur warna merah menunjukkan angka tekanan yang paling besar, dan warna tersebut terdapat pada bagian depan model, hal tersebut disebabkan karena permukaan tersebut yang pertama kali mengenai aliran fluida sehingga mempunyai tekanan yang besar, dan kontur warna biru mempunyai angka tekanan yang paling kecil.

Dari gambar tersebut juga dapat dilihat perbedaan kontur tekanan pada bulbous bow permukaan rata dengan bulbous bow dengan dimple yang mana tekanan yang berada pada permukaan tengah atau yang terdapat dimple cenderung warnanya biru hijau atau tekanannya lebih kecil dibandingkan dengan permukaan rata. Hal tersebut sesuai dengan hasil perhitungan pada solver ansys dan tekanan tersebut dapat berkurang dikarenakan pemberian dimple – dimple pada permukaan bulbous bow.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa terhadap bulbous bow permukaan rata dengan bulbous bow dengan dimple didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbandingan nilai gaya gesek pada bulbous bow modifikasi dengan bulbous bow standar sebesar 1%.
2. Aliran yang terjadi pada bulbous bow permukaan rata cenderung laminar dibandingkan dengan bulbous bow dengan dimple yang cenderung turbulen, dan Tekanan pada bulbous bow permukaan rata lebih besar dibandingkan dengan bulbous bow dengan dimple.

5.2 Saran

Dari hasil pengujian dan analisa terhadap bulbous bow permukaan rata dengan bulbous bow dengan dimple ini, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memberikan dimple pada seluruh bagian kapal dibawah sarat air.

2. Dari hasil simulasi ansys cfd agar dapat dilanjutkan simulasi nyata pada kapal model yang ada untuk memperoleh nilai yang mendekati nyata.

