SIMULASI DESAIN GEOMETRI DENGAN METODE CFD UNTUK MENDAPATKAN NILAI PUSAT MASSA DAN HIDRODINAMIK KOEFISIEN PADA AUTONOMOUS *UNDERWATER VEHICLE* (AUV) SEGOROGENI

Hendro Nurhadi, Dedy Zulhidayat Noor, Heru Mirmanto, Ahadiyat Luhung Jati
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

ABSTRACT

Indonesia is a country with vast territorial waters. It contains abundant natural resources such as salt, coral reefs, petroleum, and thousands of species of fish with a variety of shapes and colors. The sea has contributed up to US $ 2 billion / year for the country's foreign exchange According to Agus Setiawan, researchers from the Center for Environmental Technology BPPT, potential fishing in the southern island of Java reached 45 562 tonnes per year, while the potential for catching up on western Sumatra around 8293 tonnes per year. To meet the challenges of nature in pengoptimalkan exploration potential of the sea and other marine researchers developed the Autonomous Underwater Vehicle (AUV) as a tool to explore objects in the sea. In this paper discussed the design simulation geometry AUV. This simulation uses Computational Fluid Dynamic (CFD) method. Results can be obtained after the description of geometry is the center of the geometry AUV. Furthermore, meshing is done in order to do the analysis process using CFD software. From the analysis of the data will get the form of the iterations of the AUV, can also determine the speed and pressure of the fluid in the AUV. The data that has been obtained is used to get the value of hydrodynamic coefficients consisting of drag coefficient and lift coefficient.From the results of calculations using the software at the center of mass can AUV Segorogeni x = 1:22 mm, y = 124.88 mm, z = 304.60 mm. Cd AUV Segorogeni = 0.4697Cl Segorogeni = 0.4358

Keywords: *AUV, CFD, Center of Mass, Hydrodynamic Coefficient*

ABSTRAK

Indonesia merupakan negeri dengan wilayah perairan yang luas. Di dalamnya terkandung potensi alam yang melimpah seperti garam, terumbu karang, minyak bumi, serta ribuan spesies ikan dengan berbagai macam bentuk dan warnanya. Laut telah menyumbang hingga US$ 2 Milyar/tahun untuk devisa negara Menurut , Agus Setiawan, peneliti dari Pusat Teknologi Lingkungan BPPT, potensi penangkapan ikan di selatan Pulau Jawa mencapai 45.562 ton per tahun, sementara potensi penangkapan di barat Sumatera sekitar 8.293 ton per tahun. Untuk menjawab tantangan alam dalam pengoptimalkan potensi laut dan eksplorasi laut yang lainnya para peneliti mengembangkan *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) sebagai alat untuk mengekplorasi benda-benda di laut. Dalam paper ini dibahas mengenai simulasi desain geometri AUV. Simulasi ini menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD). Hasil yang didapat setelah penggambaran geometri adalah pusat massa dari geometri AUV. Selanjutnya dilakukan meshing agar dapat dilakukan proses analisa menggunakan s*oftware* CFD. Dari hasil analisa akan di dapatkan data berupa hasil iterasi dari AUV, dapat juga mengetahui kecepatan dan tekanan fluida pada AUV. Data-data yang telah didapat tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai hidrodinamik koefisien yang terdiri atas *drag coefficient* dan *lift coefficient.*Dari hasil perhitungan yang menggunakan software maka di dapat pusat massa AUV Segorogeni x=1.22 mm, y=124.88 mm, z= 304.60 mm. Cd AUV Segorogeni = 0.4697Cl AUV Segorogeni = 0.4358

Kata Kunci : AUV, CFD, Pusat Massa, Hidrodinamik Koefisien

PENDAHULUAN

Untuk menganalisa aliran di permukaan benda biasanya diperlukan alat bantu berupa *wind tunnel* atau *towing tank* lalu kemudian dilakukan analisa dari hasil yang di dapat dengan alat bantu tersebut. Ada perhitungan secara matematis untuk menganalisa hasil dari alat bantu tersebut.

Dengan menggunakan *Computational Fluid Dynamics* analisa dan perhitungan matematis dilakukan oleh perangkat lunak sehingga lebih efektif dari segi penggunaan waktu. Dalam penelitian ini memerlukan beberapa tahap untuk mendapatkan hasilnya. Dalam penelitian didapatkan pusat massa dan hidrodinamik koefisien.Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

mengetahui titik koordinat dari pusat massa AUV Segorogeni dan AUV Militus dan untuk mengetahui hidrodinamika koefien.

TINJAUAN PUSTAKA

--

METODE

Prosedur yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini mengacu pada metode eksperimental dengan prsedur sebagai berikut:

- Studi literatur
  Untuk mendapatkan dasar teori yang mengacu pada tema dari tugas akhir ini. Diperoleh dengan mencari refrensi pada buku, makalah, jurnal dan buku tugas akhir yang berhubungan dengan AUV
- Pemilihan alat dan bahan
  - *Personal Computer* . Core i7 RAM 8 GB
  - *Ansys Workbench* 2015
  - *Solid Work* 2014
- Pengambilan data
  Pengambilan data meliputi pengambilan dimensi dari AUV Segorogeni dan AUV Militus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

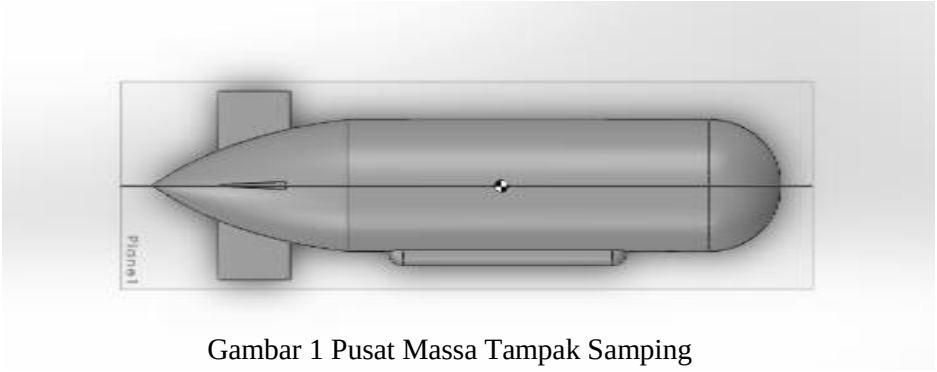
Hasil Iterasi dan *Running Time*

Dengan interval mesh 0.5 dan kriteria konvergensi 10-6, untuk mencapai konvergensi ada 135 jumlah iterasi dan membutuhkan waktu untuk running 1 jam 32 menit untuk AUV Segorogeni.

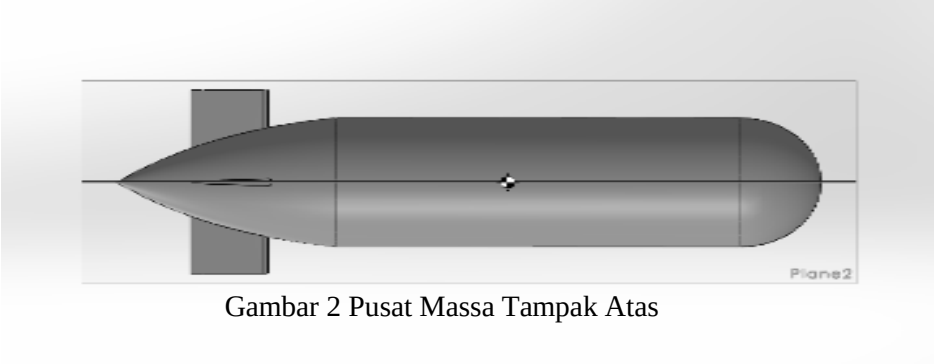
Pusat Massa AUV Segorogeni

Dalam mendesain AUV ini diharapkan pusat massa dari kedua AUV ini bisa membantu dalam perumusan *platform* sistem kendali AUV kedepannya. Apabila pusat massa berada terlalu ke depan atau terlalu ke belakang maka hal ini akan mempersulit sistem kendali dari AUV. Berikut adalah hasil pusat massa dari AUV Segorogeni.

Berdasarkan perhitungan di dalam *SolidWork* di dapat pusat massa x=1.22 mm, y=124.88mm, z=304.60mm.



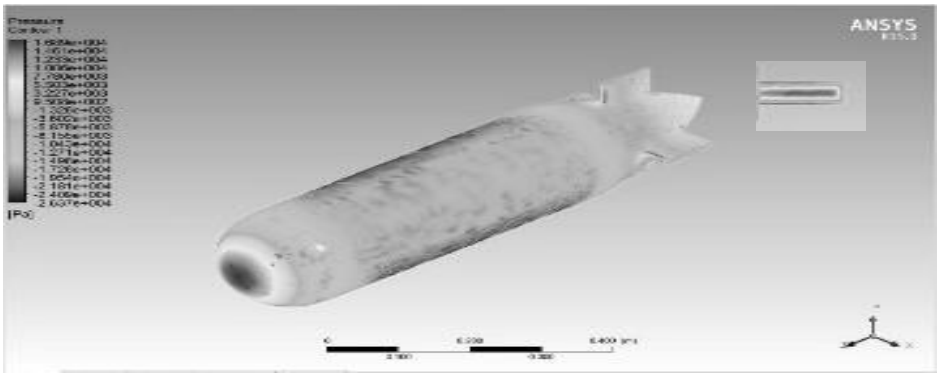
Gambar 1 Pusat Massa Tampak Samping



Gambar 2 Pusat Massa Tampak Atas

Analisa Medan Aliran 3 Dimensi pada AUV Segorogeni dan AUV Militus

a. *Countur Pressure* AUV Segorogeni



Gambar 3 *Contour of Pressure* AUV Segorogeni Isometri dan *Fin*

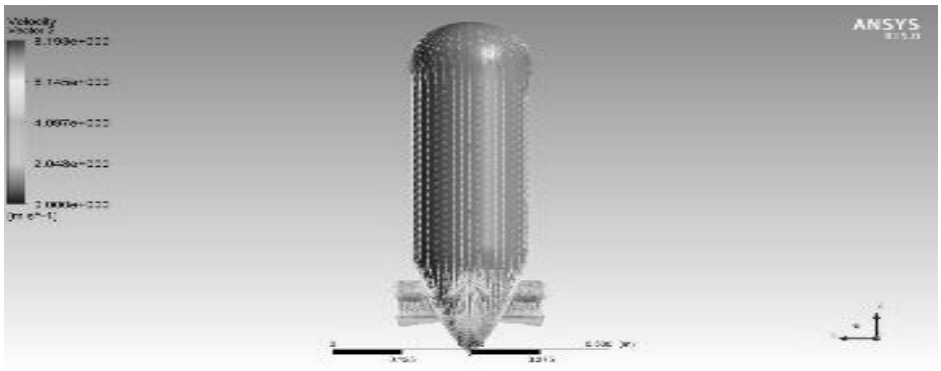
Percepatan aliran di bagian depan *nose* lebih besar dari pada bagian tengah dari *nose*. Hal ini menyebabkan perubahan tekanan yang sangat segnifikan. Menurut Gambar 3 nilai dari bagian paling depan *nose* adalah $1.689x10^4$ Pa. Sementara itu bagian tengah *nose* berwarna kuning hingga hijau dengan nilai $5.503x10^3$ Pa hingga $-3.062x10^3$ nilai minus menunjukan bahwa aliran mulai meninggalkan atau terlepas dari kontur *body*.

Percepatan aliran dibagian depan *fin* juga lebih besar sehingga nilai tekanan sama seperti nilai tekanan pada bagian depan *nose*. Nilai tekanan yang minus juga terjadi pada bagian samping fin dikarenakan aliran mulai meninggalkan atau terlepas dari kontur *body fin*.

Untuk bagian *body* hingga tail nilai tekanan tidak sebesar pada bagian depan *nose* dan bagian depan *fin*.

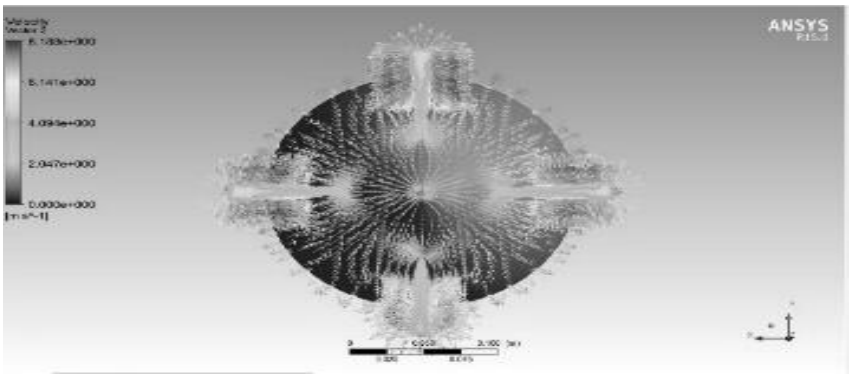
Seperti yang telah dijelaskan diatas hal ini terjadi karena aliran mulai meninggalkan kontur *body* AUV Segorogeni. Dari Gambar 3 diketahui bahwa tekanan yang paling besar bernilai $1.689x10^4$ dan paling rendah bernilai $-2.637x10^4$

b. *Vector of Velocity* AUV Segorogeni



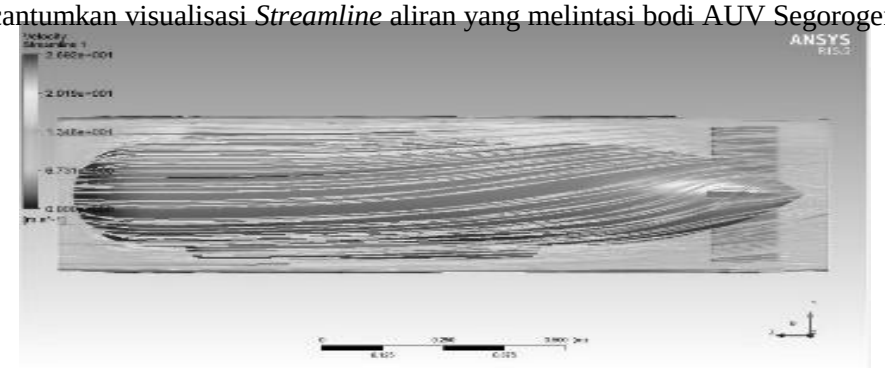
Gambar 4 *Vector of Velocity*

Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa bagian belakang AUV Segorogeni terjadi *wake*. Peristiwa ini terjadi merata pada bagian kanan kiri, atas bawah, dan belakang (*tail*) AUV segorogeni. Dari data simulasi yang di dapatkan kecepatan terendah hingga kecepatan tertinggi yaitu 0 m/s hingga 8.188 m/s.

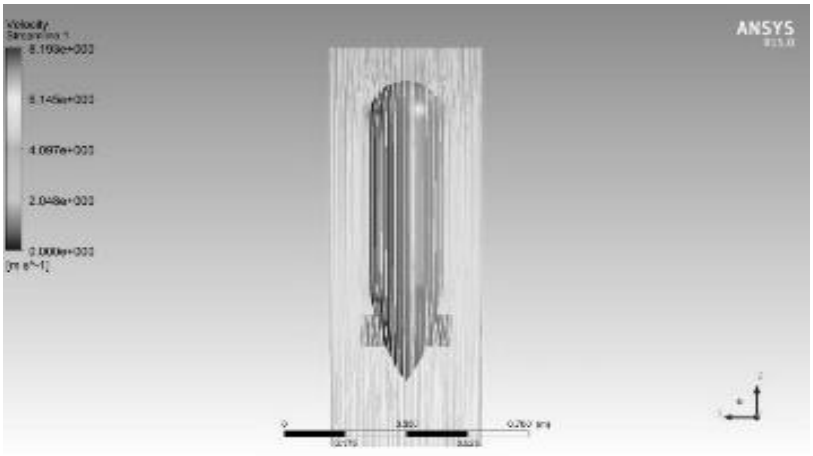


Gambar 5 *Wake* Pada Bagian Belakang

Aliran sebagian besar terdefleksikan ke arah *sidebody*. untuk mengetahui peristiwa ini penulis akan cantumkan visualisasi *Streamline* aliran yang melintasi bodi AUV Segorogeni.



Gambar 6 *Streamline* Tampak Atas



Gambar 7 *Streamline* Tampak Samping

c. Perhitungan *Drag Coefficient* dan *Lift Coefficient*

Sebelum menentukan gaya drag maupun gaya *lift* perlu adanya data referensi dalam perhitungan gaya aerodinamika yang terjadi, yaitu dengan cara pengambilan data ulang dari hasil iterasi awal yang telah dilakukan.

Seperti yang telah disebutkan diatas bahwa utuk AUV Segorogeni dibutuhkan 133 iterasi. Dari hasil tersebut didapat bahwa AUV Segorogeni mempunyai Fd = 0.177115251 kg.m/s^2.

Gaya *drag* yang dihasilkan oleh AUV dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain: *density*, kecepatan fluida yang melintasi AUV, luas frontal dan koefisien *drag*. Hal ini sesuai dengan persamaan berikut ini:

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2}\rho.V^2.A_f}$$

Dimana :

F_D = Gaya *drag* (kg.m/s^2)
V = Kecepatan aliran (m/s)
A_f = Luas frontal (lebar x tinggi mobil) (m^2)
ρ = Densitas 1,2250 (kg/ m^3)

Contoh Perhitungan C_D :

$$C_D = \frac{5929.9625}{\frac{1}{2}\text{x } 1070 \text{ x } 5^2 \text{ x } 1}$$

$$C_D = \frac{5929.9625}{13375}$$

$$C_D = 0.4697$$

Untuk perhitungan *lift coefficient* dilakukan hal yang sama setelah dilakukan iterasi maka di dapat F_L = 0.19543781 kg.m/s^2

$$C_l = \frac{F_l}{\frac{1}{2}\rho.V^2.A_f}$$

Dimana :

F_l = Gaya *lift* (kg.m/s^2)
V = Kecepatan aliran udara bebas (m/s)
A_f = Luas frontal (lebar x tinggi mobil) (m^2)
ρ = Densitas 1,2250 (kg/ m^3)

Contoh Perhitungan C_l :

$$C_l = \frac{5828.825}{\frac{1}{2}\text{x } 1070 \text{ x } 5^2 \text{ x } 1}$$

$$C_l = \frac{5828.825}{13375}$$

$$Cl = 0.4358$$

Wahana bawah air ini diharapkan mempunyai koefisien *drag* yang rendah karena mempengaruhi besar kecilnya gaya *drag* yang diterima oleh wahana bawah air ini.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai simulasi geometri untuk kasus AUV Segorogeni maka didapat bahwa pusat massa AUV Segorogeni adalah x= 1.22 mm, y=124.88 mm, z= 304.60 mm. Cd untuk AUV Segorogeni pada kecepatan 5 m/s adalah 0.4697. Cl untuk AUV Segorogeni pada kecepatan 5 m/s adalah 0.4358.

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan *software fluid dynamic*, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar menjadi saran atau acuan untuk penelitian selanjutny adalah mampu membuat simulasi dengan adanya propeler atau *thruster* sehingga fenomena aliran (turbulensi, laminasi) dapat diketahui, membandingkan hasil experimental dengan hasil simulasi dengan *software fluid dynamic,* dan dengan hasil analisa profil geometri yang telah didapat diharapkan dilakukan penelitian mengenai sistem kendali dari AUV Segorogeni.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Anderson John D. JR. 1988. *Fundamentals of aerodynamics*: International Edition. Singapore: McGraw-hill Book Co.

[2]. Pritchard, Philip J., Fox and McDonald's. 2011. *Introduction of fluid mechanics*: *Eight edition*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

[3]. Masahiko, Nakamura. 2013. *Hydrodynamic Coefficients and Motion Simulations of Underwater Glider for Virtual Mooring*. Kasuga, Fukuoka : Kyushu University.

[4]. Hang S. Choi. 2010. *Estimation of Hydrodynamic Coefficients for an AUV Using Nonlinear Observers.* Seoul : Department of Naval Architecture & Ocean Engineering, Seoul National University.