

Analisis dan Optimalisasi Aliran Fluida pada *Prototype* Kendaraan Ganesha *Surface Water* dengan Menggunakan *Software Solidworks*

Fluid Flow Analysis And Optimization Of The Prototype Ganesha Vehicle Surface Water Using Solidworks Software

Dewa Gede Oka Sastrawan¹⁾, Edi Elisa²⁾, Kadek Rihendra Dantes³⁾

¹²³Program Studi Pend. Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

e-mail: dewagedeokasastrawan20@undiksha.ac.id¹⁾, edelchems@gmail.com²⁾, rihendra-dantes@undiksha.ac.id³⁾

Abstrak

Aerodinamika adalah aspek yang memperhitungkan gaya yang disebabkan oleh aliran fluida yang ditunjukkan dengan nilai (*Coefficient Of Drag*) hal ini akan berpengaruh pada optimalisasi kinerja dan konsumsi energi yang digunakan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memodifikasi desain standar Ganesha *Surface Water* sehingga diperoleh desain yang memiliki nilai *Coefficient Of Drag* minimum. Untuk mengetahui nilai *Coefficient Of Drag* diperlukannya sebuah simulasi analisis aliran fluida, salah satunya adalah menggunakan *software Solidwork*, *software Solidworks* dikenal dengan *software* yang memiliki kecepatan dan ketepatan dalam menganalisis. Jenis Penelitian yang dilakukan adalah *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model penelitian R2D2. Setelah dilakukannya proses simulasi analisis aliran fluida diketahui bahwa desain hasil modifikasi kendaraan Ganesha *Surface Water* memiliki nilai *Coefficient Of Drag* 0,038 (28%) lebih rendah dibandingkan dengan desain kendaraan standar, sedangkan pada desain hasil modifikasi cadik kendaraan Ganesha *Surface Water* memiliki nilai *Coefficient Of Drag* 0,139 (38%) lebih rendah dibandingkan dengan desain cadik standar. Melalui penilaian ahli, desain modifikasi Ganesha *Surface Water* telah mendapat persentase nilai 86% dengan kualifikasi layak.

Kata Kunci: aerodinamika; *coefficient of drag*; ganesha *surface water*; *software solidworks*.

Abstrac

Aerodynamic aspects take into account the drag caused by fluid flow, which is indicated by the value (*Coefficient of Drag*). It will affect the optimization of performance and energy consumption used. This research aims to modify the standard design of Ganesha *Surface Water* to obtain a design that has a value *Coefficient of Drag* minimum. In order to find out the value of the *Coefficient of Drag*, a fluid flow analysis simulation is needed, one of which is using *Solidworks* software. *Solidworks* software is known as software that has speed and accuracy in analyzing. This type of research is a *Research and Development* (R&D) using the R2D2 research model. After conducting the simulation process of fluid flow analysis. It is known that the modified design of the Ganesha Vehicle *Surface Water* has a value *Coefficient of Drag* 0.038 (28%) lower than the standard vehicle design. In comparison, the Ganesha Vehicle *Surface Water's modified* design has a value *Coefficient of Drag* 0.139 (38%) lower compared to standard designs. The

modified Ganesha *Surface Water design* has received a score percentage of 86% with proper qualifications through expert judgment.

Keywords: Aerodynamics; *Coefficient of drag*; Ganesha *surface water*; Solidworks software.

1. PENDAHULUAN

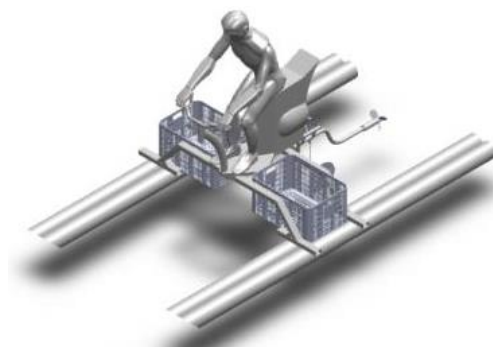
Indonesia tercatat sebagai Negara terbesar kedua didunia sebagai penyumbang sampah laut (Mulia, 2019) hal ini menjadi perhatian khusus bagi kita semua, karena akan berdampak pada kehidupan biota laut. Untuk menghadapi permasalahan ini maka salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan kegiatan pembersihan sampah dipermukaan laut, namun untuk melakukan kegiatan ini diperlukan sebuah alat transportasi untuk mempermudah melakukan pembersihan, pada umumnya ada dua jenis alat transportasi yang digunakan, yang pertama adalah alat transportasi konvensional dan alat transportasi yang menggunakan bahan bakar fosil. Alat transportasi konvensional dinyatakan belum praktis karena masih menggunakan tenaga manusia sebagai penggerakannya, dan alat transportasi menggunakan bahan bakar fosil yang merupakan alat transportasi tidak ramah lingkungan sehingga perlu dilakukannya sebuah inovasi untuk menggunakan kendaraan yang efektif dan efisien serta tetap ramah lingkungan.

Sebagai bentuk perhatian Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha untuk menghadapi permasalahan tersebut maka dibuatlah sebuah *prototype* kendaraan yang beroperasi diatas permukaan air dan diberi nama Ganesha *Surface Water*. Ganesha *Surface Water* merupakan sebuah kendaraan yang beroperasi dipermukaan air yang memiliki fungsi untuk membersihkan sampah dipermukaan laut. Dalam perancangan sebuah kendaraan ada tiga aspek utama yang diperhitungkan, yaitu aspek ergonomis, aspek estetika dan aspek aerodinamika. Pada penelitian ini akan membahas kajian terhadap aspek aerodinamika. Aspek aerodinamika merupakan aspek yang memperhitungkan gaya yang diakibatkan oleh aliran fluida yang akan berdampak kepada optimalisasi kinerja kendaraan dan konsumsi energi atau bahan bakar yang digunakan. Gaya tahanan atau *Coefficient of Drag* sangat dipengaruhi oleh bentuk kendaraan dan kehalusan permukaan kendaraan. Semakin besar C_D maka semakin besar pula gaya yang dihasilkan. Kendaraan yang memiliki nilai C_D yang kecil dikatakan sebagai kendaraan yang aerodinamis yang bentuknya *streamline* atau arah aliran fluida mengikuti bentuk bodi kendaraan (Abdulah, 2016).

Adapun beberapa penelitian terkait dengan penelitian ini yang pertama adalah penelitian Desain dan Analisa Aerodinamika dengan Menggunakan Pendekatan CFD pada Model 3D untuk Mobil *Prototype* "Engku Putri" (Hakim & Nugroho, 2018) Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gaya hambat pada bodi kendaraan (*Drag Force*) dan mengetahui bagian-bagian bodi yang memiliki tingkat *pressure* yang lebih tinggi. Selanjutnya dilakukan simulasi koefisien *drag* dan avg. *pressure* dan pemberian variasi kecepatan angin yaitu 40 km/jam 60 km/jam dan 80 km/jam dengan tiga desain mobil yang berbeda. Melalui simulasi ini didapatkan avg. *pressure* tertinggi terdapat pada bodi bagian depan kendaraan. Dimana desain *prototype* 3 "Engku Putri" Lebih Aeroninamis dibandingkan dengan desain *prototype* 1 dan *prototype* 2 karena memiliki nilai avg. *pressure* yang paling kecil yaitu sebesar 101,370 Pa. Selanjutnya adalah penelitian Analisis Aerodinamika pada Permukaan Bodi Kendaraan Mobil Gaski (Ganesha Sakti) dengan Perangkat Lunak Ansys 14.5. (Prihadnyana et al., 2017) penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aliran fluida dan Koefisien *drag* pada mobil listrik gaski desain standar dan desain modifikasidari hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa setelah dilakukan modifikasi pada desain mobil listrik gaski terdapat beberapa perubahan. Nilai koefisien *drag* mobil gaski desain standar sebesar

0,00474 dan pada desain modifikasi sebesar 0,00407. Hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa setelah dilakukan modifikasi pada desain mobil listrik gaski terdapat beberapa perubahan diantaranya terjadi peningkatan laju aliran udara atau *velocity* udara meningkat 1,72% sedangkan tekanan yang diterima oleh bodi setelah dimodifikasi menurun 1,39% dan nilai koefisien *drag* pada mobil gaski dapat diturunkan 14,14% setelah dimodifikasi. Selanjutnya adalah penelitian Analisa Aliran Fluida pada Permukaan Body Kendaraan Listrik Ganesha *Scooter Underwater* Berbasis *Software Solidworks* (Putra Krisnanandha et al., 2018) penelitian ini mendapatkan penurunan nilai rata-rata sebesar 4,25%, nilai *velocity* meningkat 2,9%, *velocity rrf* meningkat 7,24 kali dari desain standar dan nilai *coefficient of drag* menurun 8,38% setelah dilakukan modifikasi desain body kendaraan listrik ganesha *scooter underwater*. Dapat dikatakan desain body modifikasi lebih aerodinamis dibandingkan dengan desain standar.

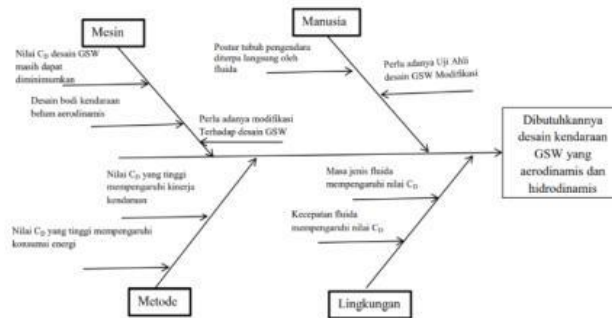
Berdasarkan beberapa kajian yang telah diuraikan, adapun beberapa hal yang mempengaruhi nilai *Coefficient Of Drag* yaitu: Bentuk kendaraan akan mempengaruhi gaya *drag* yang bekerja pada kendaraan, Nilai *Coefficient Of Drag* mempengaruhi optimalisasi kinerja kendaraan, Nilai *Coefficient Of Drag* mempengaruhi konsumsi bahan bakar atau energi yang digunakan. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka perlu dilakukannya pengembangan terhadap desain kendaraan Ganesha *Surface Water*. Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengembangan dalam bentuk desain dengan menggunakan *software Solidworks* 2018. Penggunaan *software Solidworks* dipilih karena lebih efisien terhadap biaya dan waktu (Tuakia, 2008). Validasi pada penelitian yang berjudul *Aerodynamic drag in cycling pelotons: New insights by CFD simulation and wind tunnel testing* (Blocken et al., 2018) menyatakan bahwa hambatan yang terjadi pada pengendara sepeda yang terisolasi oleh pengukuran terowongan angin dengan dengan CFD hanya memiliki selisih 0,8% sehingga dapat disimpulkan bahwa hanya terjadi sedikit perbedaan antara pengujian dengan menggunakan terowongan angin dan CFD. *Solidwork* juga dikenal sebagai *software* yang memiliki kecepatan dan ketepatan dalam menganalisis. Setelah dilakukannya proses pemodelan dan analisis pada desain standar Ganesha *Surface Water* maka dilanjutkan dengan proses modifikasi dalam bentuk desain. Untuk mengetahui tingkat kelayakan desain modifikasi maka dilakukannya penilaian oleh ahli desain. Adapun tujuan yang ingi dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan nilai *Coefficient Of Drag* desain kendaraan Ganesha *Surface Water* pada desain standar dengan desain hasil modifikasi dan untuk mengetahui tingkat kelayakan desain modifikasi Ganesha *Surface Water*.



Gambar 1. Desain Standar Kendaraan Ganesha *Surface Water*

2. METODE

Kerangka berfikir merupakan kerangka konseptual yang bagaimana teori berhubungan langsung dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting (Sugiyono, 2009).



Gambar 2. Diagram Fishbone

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)* yang diartikan sebagai suatu proses untuk mengembangkan produk baru atau produk yang sudah ada. Model Penelitian ini menggunakan model pengembangan konseptual R2D2 (*Reflective, Recursive, Design and Development*) dikemukakan oleh (Willis, 1995) yang dimana dalam prosesnya memiliki tiga tahapan yang bersifat lentur dan juga terbuka yaitu *define, design and development* dan *desiminate*. Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu, melakukan observasi pada kendaraan dengan melakukan pengukuran geometri pada kendaraan, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pemodelan kendaraan desain standar pada *software Solidworks 2018*, dan melakukan simulasi analisis aliran fluida pada desain standar kendaraan, setelah mengetahui hasil pada desain kendaraan standar maka dilanjutkan dengan melakukan pemodelan kendaraan desain modifikasi pada *software Solidworks 2018*, dan dilanjutkan dengan melakukan tahapan uji ahli desain untuk mengetahui tingkat kelayakan desain modifikasi, setelah desain modifikasi dinyatakan layak maka langkah terakhir adalah melakukan simulasi analisis aliran fluida pada desain modifikasi kendaraan.

Teknik analisis data yang digunakan adalah metode elemen hingga (*Finite Element Method*) adalah sebuah metode penyelesaian permasalahan teknik yang menggunakan pendekatan dengan cara membagi-bagi (diskritisasi) benda yang akan dianalisa dalam bentuk elemen-elemen hingga berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Metode elemen hingga ini merupakan metode numerik untuk menyelesaikan permasalahan dalam bentuk ilmu rekayasa dan matematika fisik. Selain itu dilakukan uji ahli desain untuk mengetahui tingkat kelayakan dari desain modifikasi Ganesha *Surface Water*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Running Solidworks Flow Simulation pada Desain Standar Ganesha *Surface Water*

Pada pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software Solidworks 2018* dengan input berat pada kendaraan adalah 122 kilogram yang terdiri dari berat kendaraan 42 kilogram dan berat pengendara 80 kilogram, berat rata-rata orang dewasa (Serana Jaya et al., 2018), sedangkan berat cadik kendaraan adalah 30 kilogram berdasarkan hasil observasi lapangan. Adapun batasan lainnya dalam proses simulasi analisis ini adalah menggunakan fluida udara yang memiliki masa jenis 1,20 Kg/m³ sedangkan pada fluida air laut memiliki masa jenis 1027 Kg/m³ (Daruwedho et al., 2016). Asumsi kecepatan fluida adalah 5,55 m/s serta asumsi nilai kekasaran 0,005 micrometer dengan *frontal area* 1,0009 m² pada desain

kendaraan standar, 0,7037 m² pada desain kendaraan modifikasi sedangkan *frontal area* pada desain cadik standar dan modifikasi adalah 0,0616 m². Asumsi analisis yang dilakukan adalah pada desain kendaraan diterpa fluida udara sedangkan pada desain cadik diterpa fluida air laut.

Adapun hasil yang diperoleh setelah melakukan proses running pada desain standar Ganesha *Surface Water* dengan menggunakan *software Solidworks* 2018 akan ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

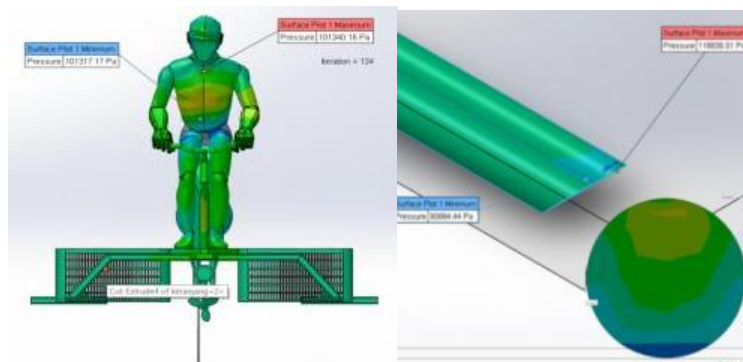
Tabel 1. Hasil Analisis pada Kendaraan Desain Standar

Goal Name	Unit	Value	Progress [%]
SG Av Static Pressure	[Pa]	101324,01	100
SG Av Total Pressure	[Pa]	101324,93	100
SG Av Dynamic Pressure	[Pa]	0,928	100
SG Av Density (Fluid)	[kg/m ³]	1,20	100
SG Av Velocity	[m/s]	0,277	100
Drag Force	[N]	2,532	100
Coefficient Of Drag	[]	0,136	100

Tabel 2. Hasil Analisis pada Desain Cadik Standar

Goal Name	Unit	Value	Progress [%]
SG Av Static Pressure	[Pa]	101194,19	100
SG Av Total Pressure	[Pa]	108735,45	100
SG Av Dynamic Pressure	[Pa]	7541,26	100
SG Av Density (Fluid)	[kg/m ³]	1027	100
SG Av Velocity	[m/s]	2,69	100
Drag Force	[N]	344,94	100
Coefficient Of Drag	[]	0,354	100

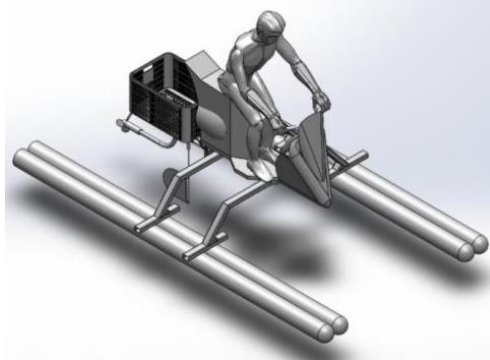
Hasil Analisis *Pressure* pada Kendaraan Ganesha *Surface Water* Desain Standar.



Gambar 3. Hasil Analisis *Pressure* Desain Kendaraan dan Cadik Standar Ganesha *Surface Water*

Desain Hasil Modifikasi Kendaraan Ganesha *Surface Water*

Berdasarkan dari kajian teori yang telah diuraikan, Perbedaan pada bentuk benda akan mempengaruhi nilai *Coefficient Of Drag* yang akan dihasilkan, Sehingga dalam melakukan proses modifikasi perlu meminimalisir bentuk-bentuk yang memiliki nilai gaya hambat yang tinggi agar dapat meminimalisir nilai *Coefficient Of Drag*.



Gambar 4. Desain Hasil Modifikasi Kendaraan Ganesha *Surface Water*

Hasil Uji Ahli Isi pada Instrumen Uji Ahli Desain Modifikasi Ganesha *Surface Water*.

Uji ahli isi dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan pada instrumen yang akan digunakan. Adapun hasil yang didapatkan akan ditunjukkan pada tabel 3 dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Tabulasi Silang 2x2 Gregory

AHLI 1		AHLI 2	
		Tidak Setuju	Setuju
AHLI 1	Tidak Setuju	0	0
	Setuju	2	8

$$\begin{aligned}
 \text{Uji Judges} &= \frac{D}{A+B+C+D} \\
 &= \frac{8}{0+0+2+8} \\
 &= 0,72
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka didapatkan hasil 0,72 atau instrumen dinyatakan memiliki kriteria validitas isi yang tinggi sesuai dengan keterangan pada Kriteria Validitas Isi (Iskandar, 2018). Setelah uji ahli isi dinyatakan layak untuk digunakan maka dilanjutkan dengan uji ahli desain guna mengetahui tingkat kelayakan dari desain hasil modifikasi.

Hasil Uji Ahli Desain Modifikasi Ganesha *Surface Water*.

Uji ahli desain dilakukan untuk mengetahui persentase tingkat kelayakan pada desain modifikasi *Ganesha Surface Water*. Adapun hasil yang didapatkan akan ditunjukkan pada tabel 4 dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Tabulasi Angket Ahli Desain Menggunakan skala 5

Jumlah (jawaban x bobot tiap Soal)	44	42
Seluruh item angket x bobot tertinggi	50	50
Persentase per-subjek%	88%	84%
Jumlah persentase keseluruhan subjek	172	
Banyak subjek	2	
Persentase keseluruhan subjek (F:N)	86%	
Kualifikasi	Baik	

Hasil persentase yang didapatkan kemudian dikonversikan dengan keterangan tabel dengan konversi tingkat pencapaian skala 5 adalah 86% (Tegeh, 2010) berarti hasil uji ahli desain dalam rentangan "Baik". Berdasarkan hasil persentase yang didapatkan maka desain modifikasi Ganesha *Surface Water* layak untuk diaplikasikan

Hasil Running Solidworks Flow Simulation pada Desain Modifikasi Ganesha *Surface Water*

Adapun hasil yang diperoleh setelah melakukan proses running pada desain hasil modifikasi Ganesha *Surface Water* dengan menggunakan *software Solidworks 2018* akan ditunjukkan pada tabel 4 dan tabel 5.

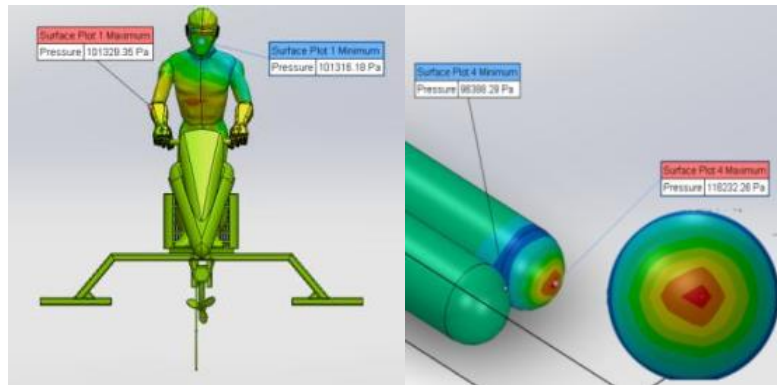
Tabel 5. Hasil Analisis pada Kendaraan Modifikasi GSW

Goal Name	Unit	Value	Progress [%]
SG Av Static Pressure	[Pa]	101324,818	100
SG Av Total Pressure	[Pa]	101340,08	100
SG Av Dynamic Pressure	[Pa]	15,265	100
SG Av Density	[kg/m ³]	1,203	100
SG Av Velocity	[m/s]	4,583	100
Drag Force	[N]	1,275	100
Coeficient Of Drag	[]	0,098	100

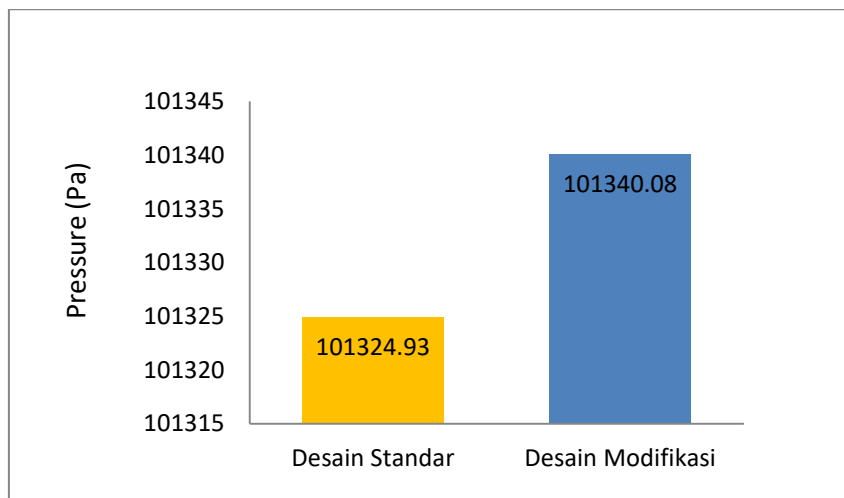
Tabel 6. Hasil Analisis pada Cadik Modifikasi GSW

Goal Name	Unit	Value	Progress [%]
SG Av Static Pressure	[Pa]	101272,915	100
SG Av Total Pressure	[Pa]	108722,745	100
SG Av Dynamic Pressure	[Pa]	7449,829	100
SG Av Density	[kg/m ³]	1027	100
SG Av Velocity	[m/s]	2,687	100
Drag Force	[N]	221,21	100
Coeficient Of Drag	[]	0,227	100

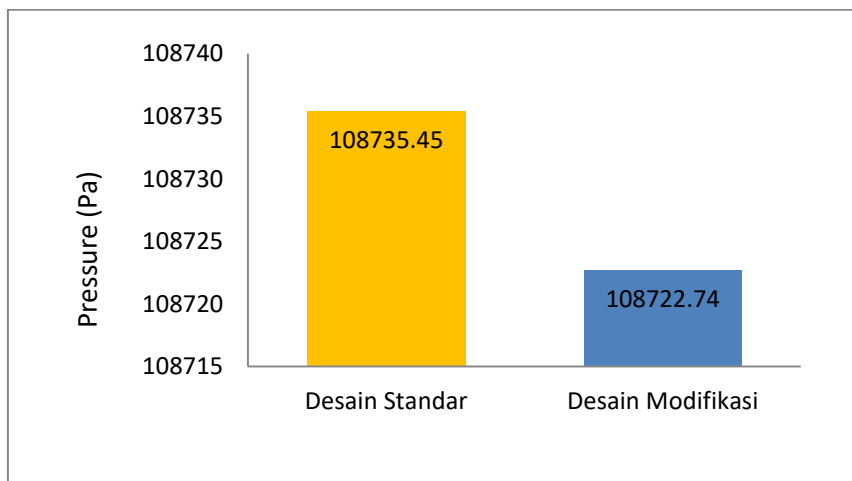
Hasil Analisis Pressure pada Kendaraan Ganesha *Surface Water* Desain Modifikasi.



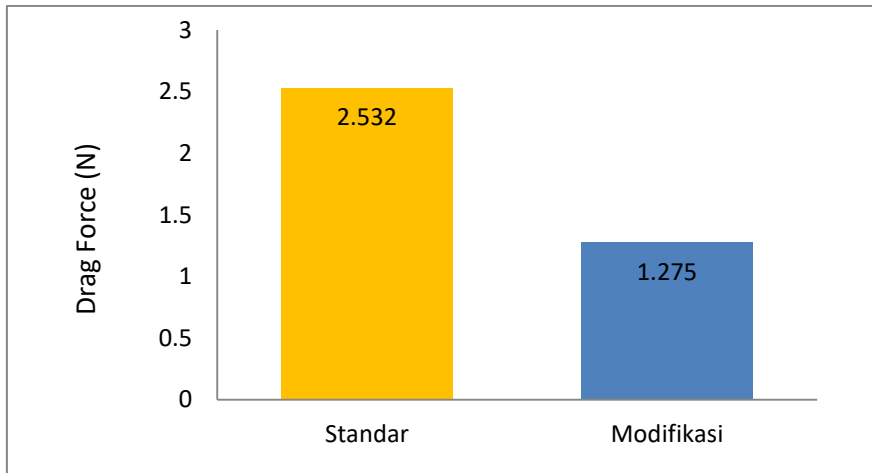
Gambar 5. Hasil Analisis *Pressure* Desain Kendaraan dan Cadik Modifikasi Ganesha *Surface Water*



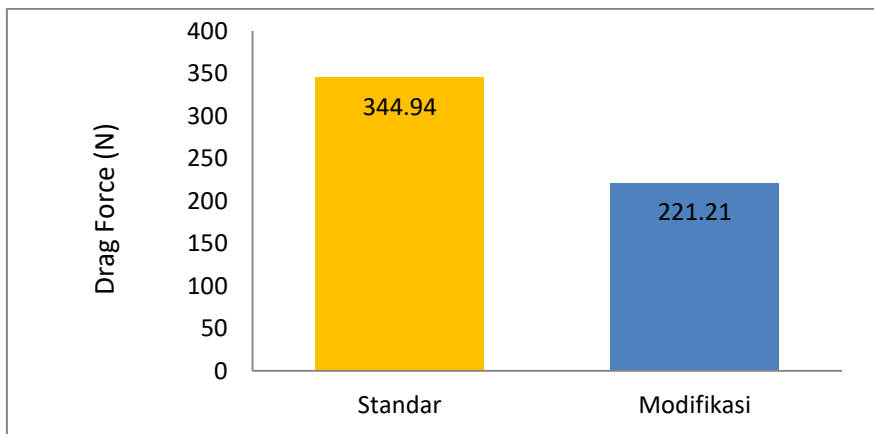
Gambar 6. Grafik Komparasi *Pressure* pada Desain Kendaraan GSW Standar dan Modifikasi



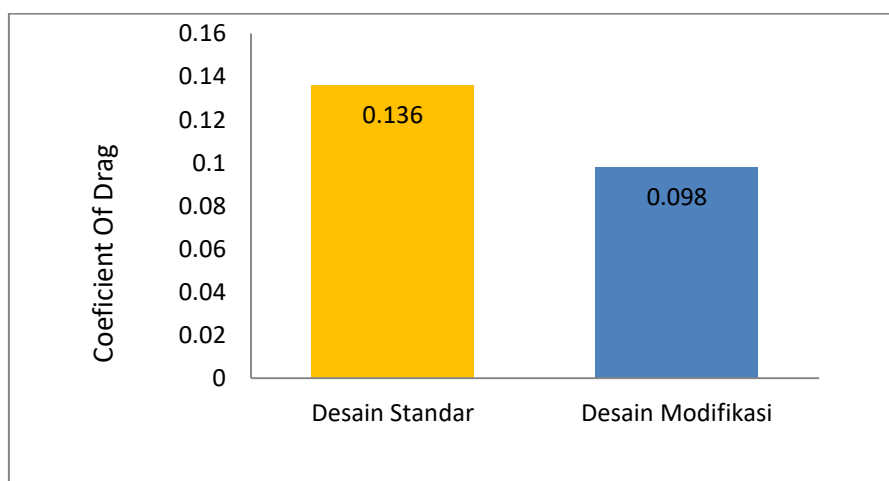
Gambar 7. Grafik Komparasi *Pressure* pada Desain Cadik GSW Standar dan Modifikasi



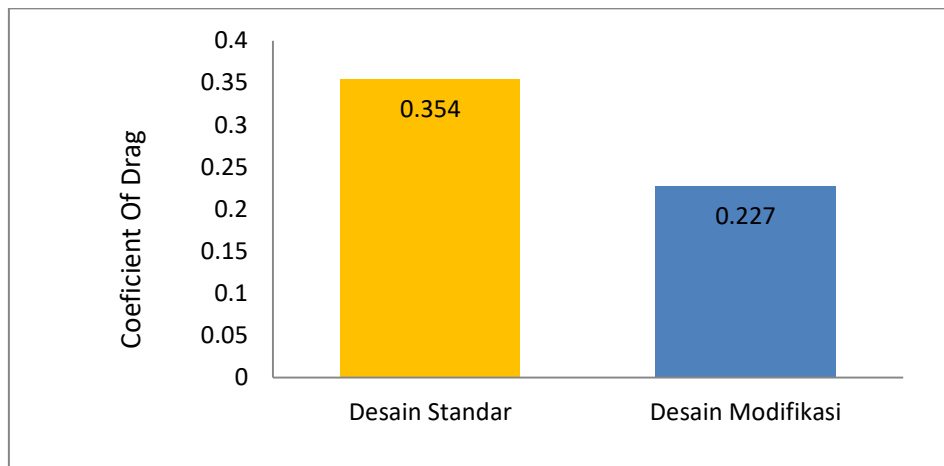
Gambar 8. Grafik Komparasi *Drag Force* pada Desain Kendaraan GSW Standar dan Modifikasi



Gambar 9. Grafik Komparasi *Drag Force* pada Desain Cadik GSW Standar dan Modifikasi



Gambar 10. Grafik Komparasi *Coefficient Of Drag* pada Desain Kendaraan GSW Standar dan Modifikasi



Gambar 11. Grafik Komparasi *Coefficient Of Drag* pada Desain Cadik GSW Standar dan Modifikasi

Desain hasil modifikasi mendapatkan nilai *Coefficient Of Drag* yang lebih rendah dibandingkan dengan desain standar, hal ini dikarenakan adanya perubahan bentuk yang mengacu pada kajian-kajian yang telah diuraikan apabila memungkinkan dapat disertai dengan meminimalisir bidang frontal pada desain kendaraan sehingga gaya hambat (*drag*) yang bekerja pada kendaraan dapat diminimalisir.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa desain hasil modifikasi kendaraan Ganesha *Surface Water* memiliki nilai *Coefficient Of Drag* 0,038 (28%) lebih rendah dibandingkan dengan desain kendaraan standar, sedangkan pada desain hasil modifikasi cadik kendaraan Ganesha *Surface Water* memiliki nilai *Coefficient Of Drag* 0,139 (38%) lebih rendah dibandingkan dengan desain cadik standar. Berdasarkan hasil penilaian ahli desain bahwa desain hasil modifikasi Ganesha *Surface Water* dinyatakan layak, dengan nilai persentase kelayakan 86%.

SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan setelah melakukan analisis dan optimalisasi aliran fluida pada kendaraan Ganesha *Surface Water* Sebaiknya dalam melakukan analisis aliran fluida CFD diusahakan untuk menggunakan PC dengan spesifikasi yang sesuai untuk mengoptimalkan proses analisis aliran fluida dengan menggunakan *software*, dan sebelum melakukan penelitian jenis ini sebaiknya dilakukan pengkajian terlebih dahulu untuk mengetahui tingkat kelancaran penelitian

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh Staf Dosen dan *Civitas* akademika Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha dan seluruh pihak yang sudah membantu dalam penulisan artikel ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdulah, M. (2016). *Analisis Aerodinamis pada Permukaan Urban Concept Car SEM UI: "Kalabiya" dengan CFD*. <https://mahdiy.wordpress.com/2011/12/26/analisis-aerodinamis-pada-permukaan-urban-concept-car-sem-ui-kalabiya-dengan-cfd/>
- Blocken, B., van Druenen, T., Toparlar, Y., Malizia, F., Mannion, P., Andrianne, T., Marchal, T., Maas, G. J., & Diepens, J. (2018). Aerodynamic drag in cycling pelotons: New insights by CFD simulation and wind tunnel testing. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 179(June), 319–337. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2018.06.011>
- Daruwedho, H., Sasmito, B., & Amarrohman, F. (2016). Analisis Pola Arus Laut Permukaan Perairan Indonesia Dengan Menggunakan Satelit Altimetri Jason-2 Tahun 2010-2014. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(2), 147–158.
- Hakim, R., & Nugroho, C. B. (2018). Desain dan Analisa Aerodimanika Dengan menggunakan Pendekatan CFD Desain dan Analisa Aerodimanika Dengan menggunakan Pendekatan CFD Pada Model 3D Untuk Mobil Prototype " Engku Putri ." *Jurnal Integrasi*, 8(1 April 2016), 6–11. https://www.researchgate.net/publication/328899414_Desain_dan_Analisa_Aerodimanika_Dengan_menggunakan_Pendekatan_CFD_Pada_Model_3D_Untuk_Mobil_Prototype_Engku_Putri
- Iskandar, A. (2018). *Validitas isi menggunakan rumus Gregory*. <http://akbar-iskandar.blogspot.com/2018/01/validitas-isi-menggunakan-rumus-gregory.html>
- Mulia, H. (2019). *Indonesia Menempati Posisi Ke-2 Penyumbang Sampah Plastik ke Laut*. <https://asumsi.co/post/indonesia-tempati-peringkat-dua-penyumbang-sampah-plastik-terbanyak-di-lautan>
- Prihadnyana, Y., Widayana, G., & Dantes, K. R. (2017). Analisis Aerodinamika Pada Permukaan Bodi Kendaraan Mobil Listrik Gaski (Ganesha Sakti) Dengan Perangkat Lunak Ansys 14.5. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(2). <https://doi.org/10.23887/jjtm.v5i2.11246>
- Putra Krisnanandha, V., Dantes, K. R., & Nugraha, I. N. P. (2018). Analisis Aliran Fluida Pada Permukaan Bodi Kendaraan Listrik Ganesha Scooter Underwater Berbasis Software Solidworks. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 6(3), 121. <https://doi.org/10.23887/jjtm.v6i3.18583>
- Serana Jaya, G., Dantes, K. R., & Dantes, K. R. (2018). Analisa Pembebanan Statik Pada Rancangan Steering Knuckle Mobil Listrik Ganesha Sakti (Gaski). *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 6(2), 88. <https://doi.org/10.23887/jjtm.v6i2.14704>
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif. Kualitatif. Dan R&D*. Alfabeta.
- Tegeh, I. M. & I. M. K. (2010). *Metode Penelitian Pengembangan Pendidikan*. Undiksha.

Tuakia, F. (2008). *Dasar-dasar CFD Menggunakan FLUENT*. INFORMATIKA.

Willis, J. (1995). A recursive, reflective Instructional design model based on constructivist-interpretivist theory. *Educational Technology Publications, Inc. Technology*, 35(6), 5-23.
https://www.jstor.org/stable/44428302?seq=1&cid=pdf-reference#references_tab_contents