

Pengaruh Variasi Model Vortex Generator Jenis Sharkfin untuk Meningkatkan Gaya Aerodinamik Mitsubishi Xpander dengan Menggunakan CFD

Syamsuri* dan Ilham Bagus Dwi Cahyo

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, Indonesia

*syamsuri@itats.ac.id

OPEN ACCESS

Citation: Syamsuri dan Ilham Bagus Dwi Cahyo. 2025. Pengaruh Variasi Model Vortex Generator Jenis Sharkfin untuk Meningkatkan Gaya Aerodinamik Mitsubishi Xpander dengan Menggunakan CFD. *Journal of Research and Technology* Vol. 11 No. 1 Juni 2025: Page 117–125.

Abstract

Car belongs to a means of transportation used by humans for travelling activities within certain distances. The development of automotive technology has made cars getting some changes in terms of body design that were carried out to obtain the aerodynamic design of car body so as to improve acceleration and reduce the fuel consumption. Thus, the modification aimed at increasing the acceleration by adding sharkfin-typed vortex generator on the top of car body so that the resistance value decreased. In the simulation, this research took the car model of Mitsubishi Xpander and varied the dimension of vortex generator ratio (1:3, 1:2, 1:1) and the dimension sold in the market (6 cm:12 cm). In addition, the speed variation (40 km/h, 60 km/h, 100 km/h) was simulated in each variation of vortex generator ratio through the application of Computational Fluid Dynamics (CFD). The results of simulation demonstrated that the lowest values of Cd (0.636) and Cl (-5.492) were derived from the dimension variation of sharkfin-typed vortex generator ratio 1:3 having the speed 100 km/h.

Keywords: Aerodynamic, Vortex Generators, Sharkfin, Dimension Ratio Variation.

Abstrak

Mobil merupakan salah satu alat bantu transportasi yang digunakan manusia untuk melakukan aktifitas perjalanan dengan jarak yang ditentukan. Berkembangnya teknologi otomotif membuat mobil mengalami perubahan dari segi desain bodi. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan desain bodi mobil yang aerodinamika sehingga dapat meningkatkan akselerasi dan mengurangi konsumsi bahan bakar. Modifikasi yang dilakukan untuk meningkatkan akselerasi yaitu penambahan vortex generator tipe sharkfin pada bagian atas bodi mobil berguna untuk menurunkan nilai hambatan. Dalam simulasi studi ini menggunakan model mobil mitsubishi Xpander dengan variasi dimensi ratio vortex generator (1:3, 1:2, 1:1, dan dimensi yang dijual dipasaran 6 cm:12 cm) serta variasi kecepatan (40 km/h, 60 km/h, 100 km/h) yang disimulasikan pada setiap variasi ratio vortex

generator. Simulasi menggunakan aplikasi Computational Fluid Dynamics (CFD). Hasil simulasi menunjukkan bahwa harga Cd dan Cl terkecil di dapatkan dari variasi rasio dimensi vortex generator jenis sharfin 1:3 dengan kecepatan 100 km/h, didapatkan harga Cd (0,636) dan harga Cl (-5,492).

Keywords: Aerodinamika, Vortex Generator, Sirip Hiu, Variasi Ratio Dimensi.

1. Pendahuluan

Mobil merupakan salah satu alat bantu transportasi yang digunakan manusia untuk melakukan aktifitas perjalanan dengan jarak yang ditentukan. Pada awal terciptanya mobil hanya di fungsikan sebagai alat transportasi yang mengedepankan aspek kuantitas penumpang dan memiliki desain bodi yang kurang mengedepankan unsur aerodinamika. Hal tersebut yang menyebabkan mobil memiliki *coefficient drag* ataupun *coefficient lift* besar, yang dapat mempengaruhi performansi sebuah mobil.

Menurut Sutranta, I Nyoman dan Bambang Sampurno (2010) menyatakan bahwa semakin besar beban hambat angin (*coefficient drag*) yang diterima oleh kendaraan maka semakin besar tenaga yang di butuhkan dan semakin besar tenaga yang dibutuhkan maka semakin banyak juga bahan bakar yang dibutuhkan. Selain itu, beberapa jurnal penelitian juga menyatakan hal sama. Menurut Xu Yan, dkk (2011) sebuah mobil terjadi gaya hambat lebih besar ketika kecepatannya meningkat dan semakin besar gaya hambat menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat. Menurut Das Rubel Chandra dan Mahmud Riyad (2016) dalam jurnalnya pernah menyatakan penyebab kecelakaan tidak terduga pada sebuah kendaraan yang berkecepatan tinggi yaitu tingginya nilai gaya angkat (*coefficient lift*). Hal tersebut yang membuat model kendaraan terus dilakukan pengembangan dari tahun ketahun yang bertujuan untuk mendapatkan desain mobil yang memiliki nilai gaya hambat (*coefficient drag*) dan gaya angkat (*coefficient lift*) sehingga dapat menstabilkan performansi pada saat berkendara.

Sutranta, I Nyoman dan Bambang Sampurno (2010) dalam bukunya menjelaskan ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi nilai gaya hambat (*coefficient drag*) dan gaya angkat (*coefficient lift*) yaitu dengan merubah bentuk menyerupai hidung pada bagian depan mobil (*forebody*), melakukan perubahan sudut pilar kaca (*winshield*) pada bagian depan dan belakang yang berfungsi untuk mengurangi terjadinya wake sehingga nilai hambatan angin (*coefficient drag*) dapat diperkecil, dan pemasangan aksesoris seperti rear spoiler ataupun air dam. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Das Rubel Chandra dan Mahmud Riyad (2016) dalam jurnalnya didapatkan sudut pemasangan *rear spoiler* yang optimal sehingga dapat meurunkan nilai gaya angkat pada sebuah kendaraan. Selain itu, beberapa ahli menyatakan bahwa penambahan variasi *vortex generator* dapat mengurangi nilai gaya hambat pada sebuah kendaraan. Menurut Evrard Antonie, dkk (2016) yang menyatakan bahwa mengaplikasikan *vortex generator blades type* dan *cylinder type* pada mobil peugeot 208 (jenis *hatchback*) dapat menurunkan gaya hambat hingga 2,8 %.

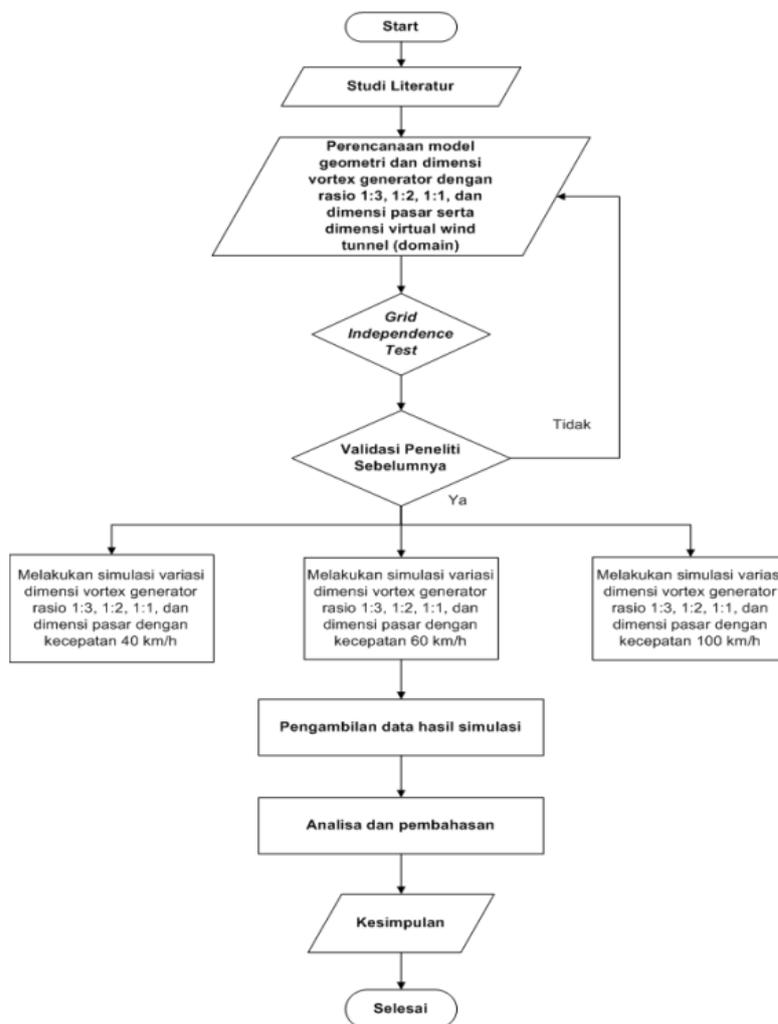
Beberapa penelitian yang menggunakan metode CFD yang berhasil dengan baik dan

efektif antara lain telah dilakukan oleh: Syamsuri dkk. (2024); Syamsuri *et. al.* (2024); Syamsuri *et.al.* (2022); Nima Vaziri *et.al.*(2020). Oleh karena itu pada penelitian kali ini menggunakan metode CFD.

Objek yang dipilih yaitu mobil jenis mini bus (Mitsubishi Xpander) dengan variasi dimensi *vortex generator* jenis *sharkfin* yang dipasang di bagian atas mobil. Selain itu, simulasi juga dilakukan tanpa menggunakan *vortex generator* tipe *sharkfin* untuk mengetahui nilai gaya hambat (*coefficient drag*) dan karakteristik aliran fluida yang melintasi objek penelitian.

2. Metode Penelitian

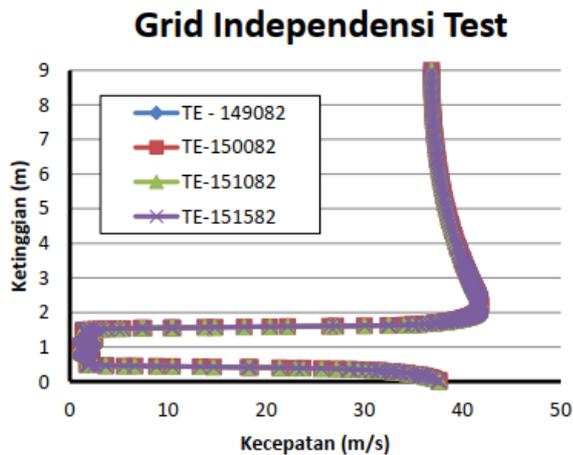
Flowchart atau alur penelitian bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Grid Independence Test

Untuk melakukan *Grid Independence Test* diambil data kecepatan udara pada 100 mm di belakang mobil, mulai ketinggian domain 0 m – 9 m. Selanjutnya dilakukan perbandingan hasil, untuk mendapatkan jumlah mesh yang akan digunakan dalam simulasi seperti Gambar 2.



Gambar 2. Grid Independensi Test

Grafik diatas terlihat pada setiap total mesh (141052, 150082, 151082, dan 151582) menunjukkan trend yang relatif sama. Dimana selisih nilai kecepatan pada tiap variasi total mesh memiliki perbedaan yang sangat kecil. Sehingga bisa dikatakan mesh yang digunakan pada penelitian ini sudah stabil. Maka dari itu, pada penelitian ini digunakan total mesh sebesar 151082 karena nilai tersebut dianggap sudah memenuhi syarat. Hal ini juga ditinjau dari lamanya proses simulasi, jika nilai meshnya semakin diperbesar maka membutuhkan waktu simulasi yang lebih lama.

Pembuatan Geometri Mobil

Tahap *pre-processor* meliputi membuat geometri, pemberian mesh (*grid*), penentuan boundary condition atau kondisi batas, dan pembuatan bentuk atau geometri mobil objek simulasi. Berikut dimensi mobil mitsubishi xpander ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi Mobil Xpander

Dimensi mobil Mitsubishi Xpander	
Panjang (m)	4500 mm
Tinggi (m)	1750 mm

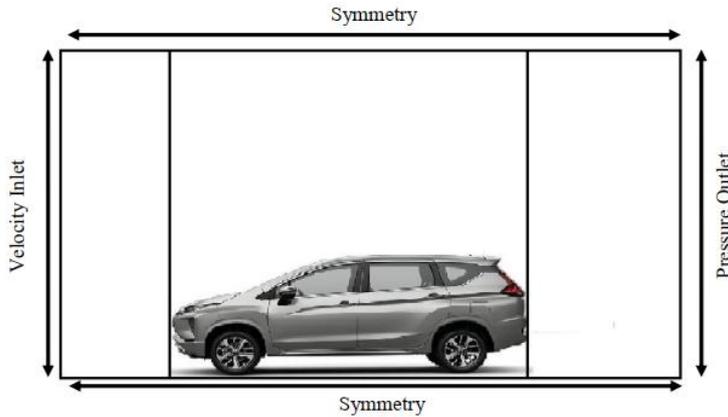
Berdasarkan dimensi mobil diatas, maka dapat dibuat perencanaan pengambilan koordinat titik (vertex) geometri mobil, yang di tunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Perencanaan Koordinat dalam x,y

Berdasarkan perencanaan koordinat diatas, maka dapat dilakukan pengambilan titik koordinat bodi mobil mitsubishi xpander menggunakan aplikasi *plotdigitizer*.

Pembuatan domain simulasi



Gambar 4. Domain Simulasi

Gambar 4 adalah gambar dari domain simulasi yang digunakan dalam penelitian ini secara detail.

Tabel 2. Ukuran Domain Simulasi

<i>Virtual Wind Tunnel Dimension</i>	
<i>Length in front of the car (mm)</i>	9000
<i>Length from the back of the car (mm)</i>	22500
<i>Height</i>	9000
<i>Total Length</i>	36000

Tabel 2 adalah tabel ukuran domain simulasi yang digunakan dalam penelitian ini secara detail. Proses selanjutnya dilakukan penamaan *boundary condition* pada bagian bagian *virtual wind tunnel* yang ditunjukkan oleh Tabel 3 dibawah ini,

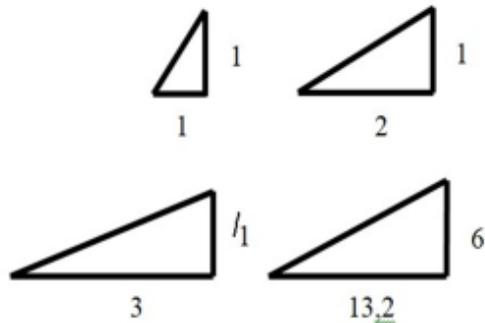
Tabel 3. Kondisi Batas

<i>Inlet</i>	<i>Velocity Inlet</i>
<i>Outlet</i>	<i>Pressure Outlet</i>
<i>Top</i>	<i>Symmetry</i>
<i>Bottom</i>	<i>Symmetry</i>
<i>Car</i>	<i>Wall</i>

Variasi Rasio Dimensi Vortex Generator

Pemodelan vortex generator dirancang untuk simulasi aliran fluida pada mobil mitsubishi xpander dengan cara membuat alat yang menghasilkan aliran lebih turbulen/*vortex generator*, sehingga nantinya alat tersebut dapat menampilkan nilai Cd dan Cl. Pengambilan data dilakukan pada variasi rasio dimensi *vortex generator* yaitu 1:1 (60 mm : 60 mm), 1:2 (60

mm : 120 mm), 1:3 (60 mm : 180 mm), ukuran pasar (60 mm : 132 mm) seperti terlihat pada gambar 5. Sedangkan untuk variasi kecepatan udaranya adalah 40 km/h, 60 km/h, 100 km/h.

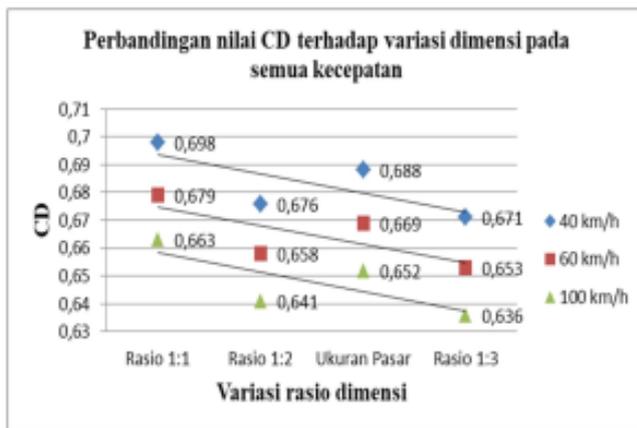


Gambar 5. Pemodelan dengan Variasi Rasio dari *Vortex Generator*

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengaruh Variasi Kecepatan Terhadap C_d untuk Berbagai Model

Berikut adalah Gambar 6 pengaruh variasi kecepatan terhadap C_d ,



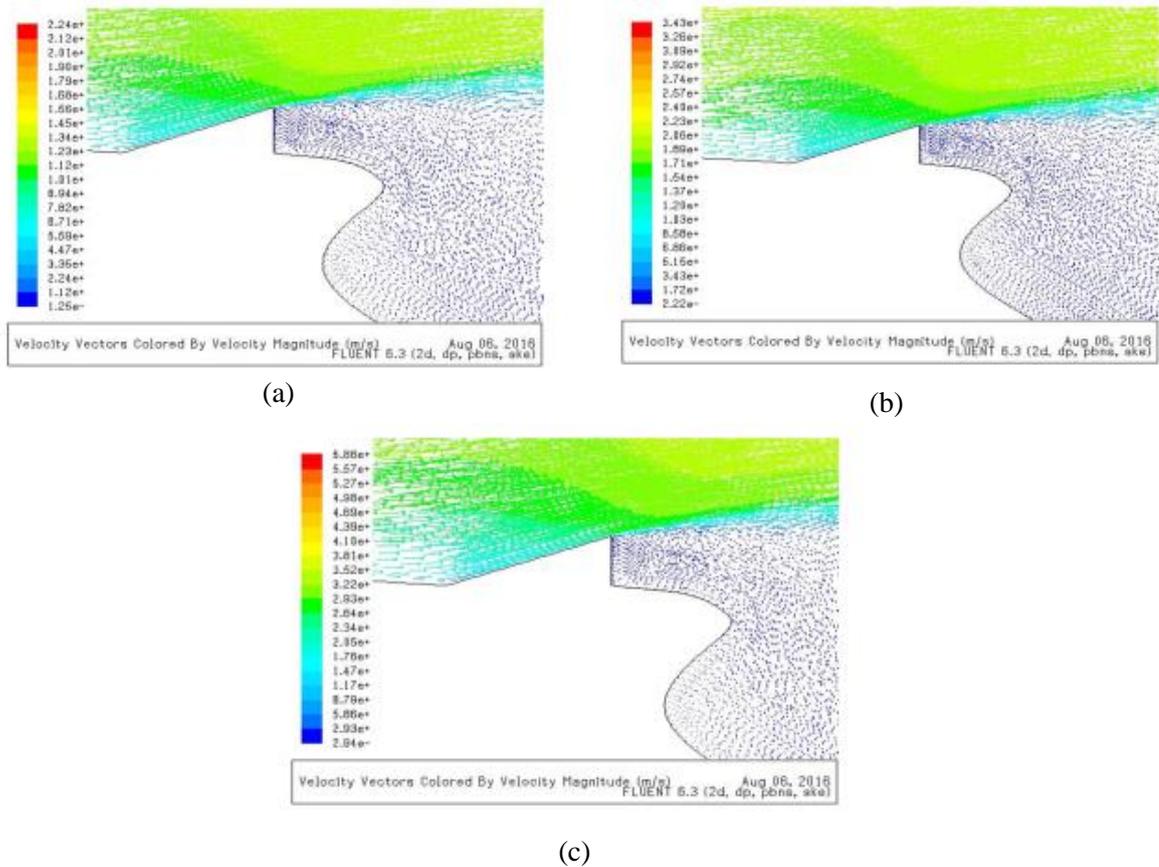
Gambar 6. Perbandingan C_d pada Berbagai Variasi Kecepatan

Gambar 6 Perbandingan C_d untuk berbagai rasio dan kecepatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai C_d yang terlihat pada rasio dimensi 1:3 dan pada kecepatan 100 km/h memiliki nilai yang kecil dibandingkan rasio dimensi yang lainnya. Hal tersebut disebabkan rasio dimensi 1:3 memiliki sudut kemiringan lebih kecil (lancip) dibandingkan rasio dimensi yang lain.

3.2 *Streamline* pada Bagian Belakang Sirip Hiu/*Sharkfin* untuk Berbagai Variasi Kecepatan

Gambar 7 merupakan hasil analisa yang menunjukkan bahwa terjadi perbedaan kecepatan pada kondisi di depan *vortex generator* hal ini ditunjukkan dengan banyaknya warna biru muda. Secara umum terlihat bahwa pada kecepatan 100 km/h struktur aliran terlihat lebih acak yang menunjukkan bahwa alirannya lebih turbulen. Hasil Analisa menunjukkan bahwa dengan model yang sama untuk kecepatan yang berbeda, semakin tinggi kecepatan maka aliran cenderung

lebih turbulen sehingga hambatannya lebih besar dari pada untuk kecepatan yang lainnya . Hal ini yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan Fatowil Nur dan Syamsuri (2014).



Gambar 7. Streamline di Belakang Sirip untuk Berbagai Kecepatan (a)40 km/h, (b) 60 km/h, dan (c) 100 km/h

3.3 Gaya Hambat

Pada pembahasan sebelumnya variasi 1:3 lebih baik dari variasi yang lain dari sisi hambatan, selanjutnya untuk variasi yang sama 1:3 terhadap pengaruh kecepatan aliran bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Variasi Kecepatan Terhadap Gaya Hambat pada Model 1:3.

No.	Identitas	Cd	Fd
1	Ratio 1:3 - 40 km/h (11,1)	0,671	159,24
2	Ratio 1:3 - 60 km/h (16,67)	0,653	349,53
3	Ratio 1:3 - 100 km/h (27,78)	0,636	944,06

Tabel 4 menunjukkan hasil simulasi hubungan antara variasi kecepatan untuk dimensi yang sama model 1:3. Secara umum, terlihat bahwa kecepatan yang paling tinggi berarti hambatan udaranya juga tinggi atau dengan kata lain koefisien hambatan (Cd) tinggi, sehingga gaya hambatan Fd juga paling tinggi/besar.

3.4 Gaya Angkat

Hasil lain dari simulasi adalah gaya angkat seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Variasi Kecepatan Terhadap Gaya Angkat pada Model 1:3

No.	Identitas	Cl
1	Kecepatan 40 km/h	-4,943
2	Kecepatan 60 km/h	-5,205
3	Kecepatan 100 km/h	-5,492

Tabel 3 di atas adalah menunjukkan hubungan antara variasi kecepatan mobil terhadap *coefficient lift* (Cl) untuk rasio dimensi *sharkfin* 1:3. Pada gambar tersebut secara umum terlihat bahwa semakin besar kecepatan aliran fluida yang melintasi bodi mobil maka semakin kecil gaya angkat Cl, yang artinya kondisi mobil lebih stabil saat terpasang *vortex generator* jenis *sharkfin*.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan dengan metode CFD diperoleh suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara umum diperoleh bahwa nilai Cd atau dalam hal ini gaya hambat untuk rasio dimensi 1:3 dan kecepatan 100 km/h memiliki nilai yang paling kecil dibandingkan rasio dimensi yang lainnya.
2. Hasil penelitian model 1: 3 dan kecepatan 100 km/h terlihat struktur aliran terlihat lebih acak yang menunjukkan bahwa alirannya turbulen, sehingga hambatannya lebih besar daripada kecepatan yang lain.
3. Harga *coefficient drag* dan *coefficient lift* yang muncul dari hasil simulasi variasi rasio dimensi *vortex generator* jenis *sharkfin* menunjukkan bahwa rasio dimensi 1:3 memiliki harga Cd dan Cl yang kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Yan Xu, dkk. 2011. Effect of Vortex Generators on Aerodynamic Characteristics of a Car. Trans Tech Publications. Advanced Materials Research vols 418-420.
- Zakher Bassem Nashaat, dkk. 2019. The Effect of Vortex Generators on Aerodynamics for Sedan Car. Akademia Baru. CFD Letters 11, issue 6 1-17.
- Rakibul S.M. Hassan, dkk. 2014. Numerical Study on Aerodynamic Drag Reduction of Racing Cars. International Conference on Mechanical Engineering (ICME). 308-313.
- Huminic Angel dan Gabriela Huminic. 2009. CFD Study Concerning the Influence of the underbody Components on Total Drag for a SUV. SAE International. ISSN 0148-7191.
- Fatowil Nur dan Syamsuri. Simulasi Aliran Fluida Melintasi Body Mobil Toyota YRS 4 Door Sedan dengan Variasi Rear Spoiler Menggunakan Software Fluent.
- Syamsuri, Zain Lillahulhaq dan Muhammad Mufarrichi. 2024. Analysis of the Effect Variation of Sides Racing Bike Helmets on Flow Characteristics Using CFD, Jurnal TURBO Vol 13, No 1:20-27.

- Syamsuri, Ahmad Yusuf Ismail, Zain Lillahulhaq dan Laurencius Wee. 2024. Effects of Upper-Side Inclination Angle on Aerodynamic Loads of a Golf Cart using 3D CFD. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences* Vol.118, issue 1: 104-115.
- Syamsuri, Ming-Jyh Chern, Nima Vaziri .2022. SPH model for interaction of sloshing wave with obstacle in shallow water tank. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*. Volume 34, Issue 2: 126-138.
- Nima Vaziri, Ming-Jyh Chern, Tzyy-Leng Horng, Syamsuri. 2020 .Simulation of dielectric barrier discharge actuator at low Reynolds number. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*. Vol. 92 (4): 571-578.