

PERANCANGAN BODI KENDARAAN *PROTOTYPE ARROW CONCEPT* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH KONSTRUKSI BADAN KENDARAAN

Rifdarmon¹, Halimatun Sa'diah², Lasyatta Syaifullah³

^{1,2,3}Teknik Otomotif, Universitas Negeri Padang

Jalan Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Sumatra Barat, Indonesia

¹e-mail: rifdarmon@ft.unp.ac.id

Submitted
2023-05-10

Accepted
2023-06-16

Published
2023-06-19



Abstrak

Penelitian bertujuan untuk melakukan perancangan bodi kendaraan *Prototype Arrow Concept* sebagai media dalam pembelajaran mata kuliah Konstruksi Badan Kendaraan. Jenis penelitian adalah *research and development* (R&D) dengan model *planning production and evaluation* (PPE). Perancangan dan simulasi dilakukan dengan bantuan *software* Solidworks. Simulasi dalam penelitian menggunakan material fiber karbon atau *carbon fiber*. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi dan pengujian simulasi menggunakan *software* Solidworks. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh *velocity* yang baik dalam mengatur kecepatan udara, dapat menerima *pressure* dengan baik, dan mendapatkan nilai *coefficient drag* (Cd) atau gaya hambat yang rendah. Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa nilai yang diperoleh dari pengembangan bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept* sudah memenuhi standar dan layak diproduksi sebagai media dalam pembelajaran mata kuliah Konstruksi Badan Kendaraan.

Kata Kunci: perancangan bodi kendaraan; *Prototype Arrow Concept*; media pembelajaran; fiber karbon.

Abstract

The research aimed to develop an energy efficient vehicle body *Prototype Arrow Concept* in learning *Vehicle Body Construction*. This type of research was *research and development* (R&D) with a *planning production and evaluation* (PPE) model. Design and simulation were done with the help of *Solidworks software*. Simulations in research used *carbon fiber materials*. Data collection techniques used *observation and simulation testing used Solidworks software*. Data analysis technique used *descriptive analysis*. Based on the research results, good *velocity* was obtained in adjusting *airspeed*, can receive *pressure* well, and gets a *drag coefficient* (Cd) or low drag. Based on the results of the research, it was concluded that the value obtained from the development of the energy-efficient vehicle body of *Prototype Arrow Concept* met the standards and was feasible to be produced as an instructional media of *Vehicle Body Construction* courses.

Keywords: *vehicle body development; Arrow Concept prototypes; instructional media; carbon fibre.*

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran yang diterapkan oleh dosen harus memperlihatkan spesifikasi dan karakteristik dari mata kuliah serta pengembangan sehingga dalam



proses pembelajaran tercipta suasana kelas yang kondusif dan menarik mahasiswa untuk mengikuti pembelajaran. Salah satu faktor yang mendukung proses tersebut adalah penggunaan media pembelajaran (Lesmana *et al.*, 2019; Arpan *et al.*, 2018; Budiman *et al.*, 2018; Fathoni *et al.*, 2017; Sii *et al.*, 2017). Media pembelajaran yang dapat digunakan yaitu media pembelajaran yang interaktif (Budiman *et al.*, 2022; Arpan & Sadikin, 2020; Sulistiyarini *et al.*, 2018; Feladi *et al.*, 2017) atau alat peraga (Rifdarmon, 2018). Proses pembelajaran berbantuan media interaktif atau alat peraga mempermudah mahasiswa untuk memahami konsep/prinsip, pembuatan kerja, serta membuat materi yang abstrak menjadi lebih konkret (Rifdarmon, 2018).

Media pembelajaran dikembangkan sesuai kebutuhan capaian luaran mata kuliah yang terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan perancangan merupakan kegiatan lanjutan dari suatu tahapan perencanaan. Perancangan merupakan suatu proses dalam merancang suatu desain yang menjadi bagian utama dan menentukan kualitas produk (Sadikin, 2013). Bodi merupakan salah satu komponen penting yang terdapat pada kendaraan yang dibentuk sedemikian rupa yang bertujuan agar pengemudi atau penumpang terhindar dari segala gangguan dari luar dan melindungi penumpang dari beban dampak yang terjadi dari kecelakaan atau tabrakan (Prihadnyana *et al.*, 2017). Selain memberikan keindahan, bodi juga sangat berpengaruh terhadap beban angin yang diterima oleh kendaraan.

Beban yang paling besar diterima oleh kendaraan adalah beban hambatan angin yang melawan gerakan kendaraan. Semakin besar beban hambatan angin kendaraan, maka semakin besar pula tenaga yang dibutuhkan dan semakin banyak juga bahan bakar yang dibutuhkan (Purwanto *et al.*, 2023; Niulai & Mustika, 2022; Nurcahya & Yuwono, 2021; Rahman *et al.*, 2014; Suswanto & Finahari, 2013). Semua teori tersebut tercantum dalam mata kuliah Konstruksi Badan Kendaraan.

Konstruksi Badan Kendaraan merupakan salah satu mata kuliah wajib pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang yang membahas tentang komponen bodi kendaraan, pembentukan bodi kendaraan, perbaikan bodi kendaraan, serta alat-alat pembentukan dan perbaikan bodi kendaraan (Handoyono & Hadi, 2018). Visualisasi komponen-komponen tersebut

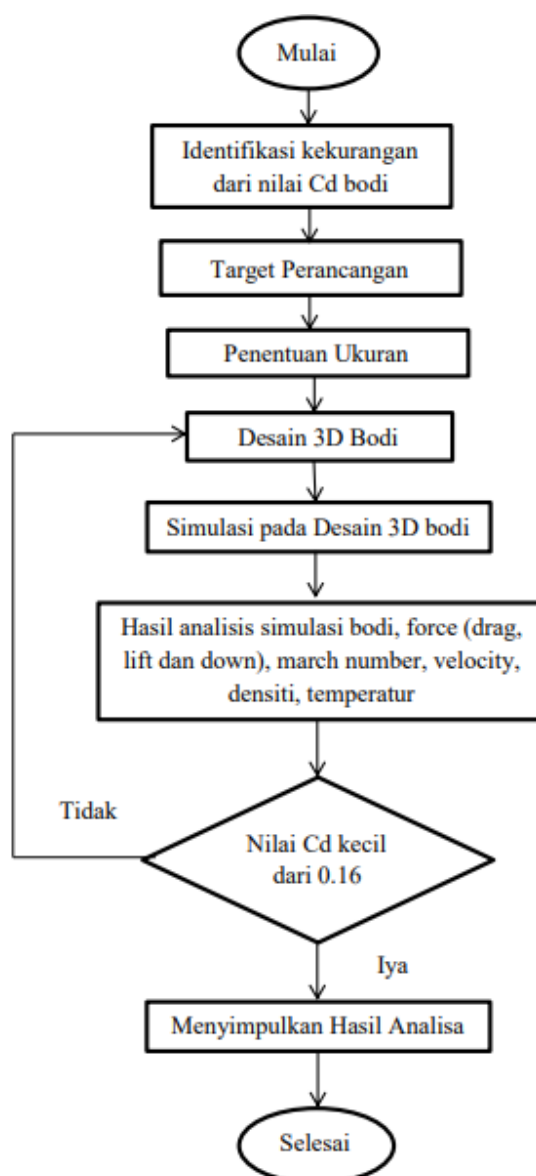
dapat diwujudkan menggunakan *software* Solidworks. Solidworks merupakan *software* yang digunakan untuk merancang susunan *part* permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3 dimensi (3D) agar dapat dipresentasikan dan 2 dimensi (2D) untuk gambar proses permesinan (Nursantoso, 2017).

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, didapatkan bahwa pada mata kuliah Konstruksi Badan Kendaraan masih menggunakan media pembelajaran berupa gambar 2D sebagai acuan pembuatan atau pembentukan bodi kendaraan sehingga tidak ada contoh fisik atau alat peraga yang digunakan sebagai media pembelajaran dengan penggunaan bodi kendaraan. Oleh karenanya, *Prototype Arrow Concept* dapat dijadikan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Konstruksi Badan Kendaraan sehingga mampu meningkatkan rasa ingin tahu mahasiswa mengenai alat, bahan, dan proses pembentukan bodi kendaraan.

Kebaharuan perancangan bodi kendaraan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Konstruksi Badan Kendaraan berupa desain 3D dan *Prototype Arrow Concept* dimana yang sebelumnya hanya menggunakan media pembelajaran berupa gambar 2D sebagai acuan pembuatan bodi kendaraan sehingga tidak ada contoh fisik atau alat peraga yang digunakan sebagai media pembelajaran dalam mata kuliah Konstruksi Badan Kendaraan. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian untuk melakukan perancangan bodi kendaraan *Prototype Arrow Concept* sebagai media dalam pembelajaran mata kuliah Konstruksi Badan Kendaraan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah *research and development* (R&D) dengan model *planning, production, dan evaluation* (PPE). Objek penelitian adalah desain/rancangan bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept*. *Prototype Arrow Concept* yang dikembangkan adalah generasi 003. Penelitian yang dilakukan hanya sampai langkah *planning* dengan proses pengembangannya menggunakan rancangan pengembangan seperti pada Gambar 1 (Putra, 2015).



Gambar 1 Rancangan *Prototype Arrow Concept*

Perancangan dan simulasi dilakukan dengan bantuan *software* Solidworks. Simulasi dalam penelitian menggunakan material fiber karbon (*carbon fiber*) yang menghasilkan berat bodi 4,5 kg. Instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah Solidwork dan Solidwork Simulation. Solidwork digunakan untuk mendesain atau pemodelan 3D pada rancangan yang dikembangkan, sedangkan Solidwork Simulation digunakan untuk melakukan simulasi dan analisis dari rancangan bodi mobil *Prototype Arrow Concept*.

Teknik pengumpulan data menggunakan observasi dan pengujian simulasi menggunakan Solidwork. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif dimana hasil yang ditunjukkan sebagai hasil pengujian bodi kendaraan *arrow concept* kemudian dideskripsikan dan dianalisis untuk memilah data ke kategori terkait penyempurnaan model. Aspek-aspek penilaian hasil simulasi desain bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept* terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1 Tabulasi Hasil Simulasi Desain Bodi Kendaraan Hemat Energi
*Prototype Arrow Concept***

Parameter Masukan	Unit (satuan)	Nilai Tengah	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
<i>Pressure</i>	[Pa]			
<i>Temperature (Fluid)</i>	[K]			
<i>Density (Fluid)</i>	[kg/m ³]			
<i>Velocity</i>	[m/s]			
<i>Mach Number</i>	[]			
<i>Force (X)</i>	[N]			
<i>Force (Y)</i>	[N]			
Koefisien <i>Drag</i>				
Koefisien <i>Lift</i>				

Setelah melakukan simulasi dan mendapatkan hasil dari simulasi tersebut, maka mencari nilai gaya hambat (C_d) menggunakan rumus (1) dan nilai gaya angkat (C_l) menggunakan rumus (2) (Facrudin, 2019), dimana diketahui luas permukaan frontal untuk bodi *arrow concept* (A_f) adalah 0,058 m².

$$F_d = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot \rho \cdot V_a^2 \cdot A_f \quad \text{dengan} \quad C_d = \frac{2F_d}{\rho \cdot V_a^2 \cdot A_f} \quad \dots\dots (1)$$

Keterangan: F_d adalah gaya *drag* searah aliran fluida (N); C_d adalah gaya hambat (N); ρ adalah massa jenis fluida (Kg/m³); V_a adalah kecepatan (km/jam); A_f adalah luas penampang frontal (m²).

$$F_l = \frac{1}{2} \cdot C_l \cdot \rho \cdot V_a^2 \cdot A_f \quad \text{dengan} \quad C_l = \frac{2F_l}{\rho \cdot V_a^2 \cdot A_f} \quad \dots\dots (2)$$

Keterangan: F_l adalah *lift force* (N); C_l adalah gaya angkat (N); ρ adalah massa jenis fluida (Kg/m³); V_a adalah kecepatan (km/jam); A_f adalah luas penampang frontal (m²).

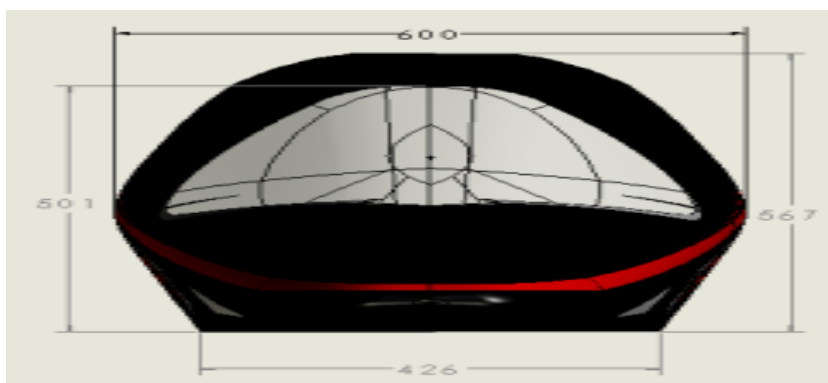


HASIL DAN PEMBAHASAN

Bodi kendaraan hemat energi *arrow concept* dikembangkan dengan memperhatikan aspek aerodinamis. Aerodinamis bertujuan untuk mengurangi koefisien *drag* terhadap permukaan bodi (Vajra *et al.*, 2021; Hendaryati *et al.*, 2020; Jufri & Suprianto, 2018; Ekoprianto, 2016). Pengembangan bodi kendaraan hemat energi *arrow concept* menggunakan material karbon fiber karena memiliki bobot yang ringan sehingga dapat menghasilkan efisiensi penggunaan energi (Rusminanda & Drastiawati, 2021; Aufa *et al.*, 2020; Rampo, 2020; Respati *et al.*, 2020; Khoiron, 2016). Hasil pengembangan ukuran permukaan bodi terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2 Ukuran Bodi *Prototype Arrow Concept* Tampak Samping



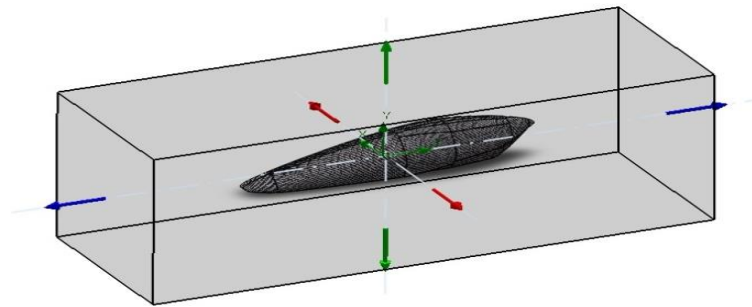
Gambar 3 Ukuran Bodi *Prototype Arrow Concept* Tampak Depan

Rancangan yang dibuat harus memiliki sifat kokoh dan memiliki bobot yang ringan. Simulasi dilakukan guna mengetahui efisiensi dan kelayakan yang telah dibangun sebelum diproduksi. Simulasi yang digunakan adalah simulasi

computation fluid dinamic (CFD) yang dapat dilihat dari hasil parameter *march number, force, velocity, pressure*, nilai Cd, dan temperatur. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil pengujian desain bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept*, yaitu terkait pengaturan *computational domain* dan simulasi bodi.

Pengaturan *Computational Domain*

Pengaturan *computational domain* dilakukan untuk menentukan luas pengujian aerodinamika dan fluida udara hanya berada di dalam kotak/tabung yang dilakukan penguji.



Gambar 4 Pengaturan *Computational Domain*

Tabel 2 Ukuran *Computational Domain*

Aspek	Nilai
<i>X min</i>	-7,895 m
<i>X max</i>	23,000 m
<i>Y min</i>	0 m
<i>Y max</i>	5,118 m
<i>Z min</i>	0,018 m
<i>Z max</i>	4,139 m

Berdasarkan Tabel 2, maka kondisi awal atau *boundry conditional* terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 *Boundry Conditional*

Aspek	Nilai
<i>Inlet</i>	<i>Velocity</i> 36 m/s
<i>Outlet</i>	<i>Pressure</i> 102076.0035 pascal
<i>Flow</i>	<i>Incompressible Flow</i>
Temperatur	293,2 K atau 20,05 °C
<i>Density</i>	1,200 kg/m ³



Simulasi Bodi

Hasil analisis aerodinamika bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept* diperoleh berdasarkan parameter *velocity*, *pressure*, dan *temperature*.

Kecepatan udara (*velocity*)

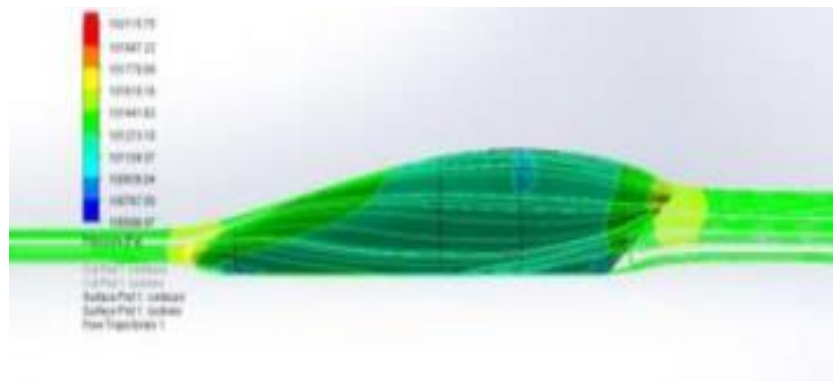


Gambar 5 Velocity Bodi Prototype Arrow Concept

Berdasarkan Gambar 5, posisi dari bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept* yang dapat menghambat udara. Hal tersebut dibagi atas beberapa warna. Warna hijau merupakan posisi yang paling tinggi dalam menghambat aliran udara ketika udara mengalir dibagian tersebut. Hasil analisis menunjukkan nilai *velocity* maksimal sebesar 7,995 m/s yang ditunjukkan oleh warna hijau dan *velocity* minimum sebesar 0 m/s yang ditunjukkan oleh warna biru tua.

Tekanan (*pressure*)

Ketika udara mengalir melewati bodi, maka bodi tersebut akan menerima sebuah tekanan. Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan bentuk aliran dan besar tekanan yang diterima oleh bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept*. Tekanan maksimum pada gambar ditunjukkan oleh warna kuning sebesar 102076,0067 Pa. Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan bahwa apabila bagian depan dan belakang bodi ketika udara mengalir melewati bodi, maka bodi tersebut akan menerima sebuah tekanan.



Gambar 6 Bentuk Aliran *Outlet Pressure* Bodi *Prototype Arrow Concept*

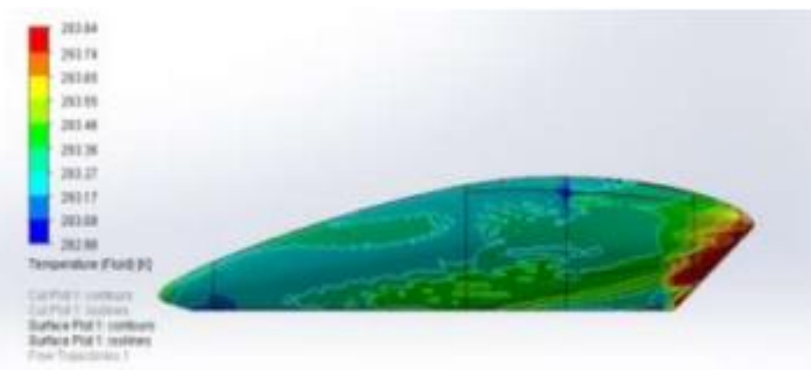


Gambar 7 *Pressure* Bodi *Prototype Arrow Concept*

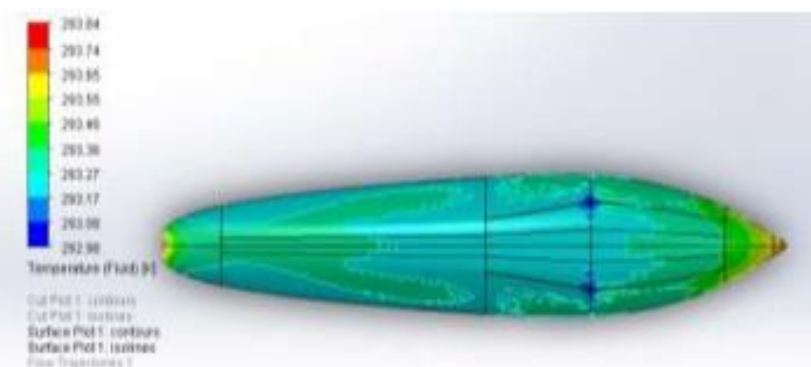
Suhu (*temperature*)

Temperatur bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept* (Gambar 8 dan Gambar 9) menunjukkan bahwa terdapat bagian-bagian tertentu dari bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept* yang mendapatkan temperatur tertinggi 293,20 K. Hal tersebut ditunjukkan oleh warna merah pada bagian belakang bodi kendaraan, sedangkan bagian atas yang ditandai warna biru mendapatkan temperatur paling rendah. Hasil simulasi bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept* dapat dilihat pada Tabel 4.

Setelah melakukan simulasi dan mendapatkan hasil dari simulasi tersebut, maka diperoleh nilai koefisien hambat (C_d) dan nilai gaya angkat (C_l). Perhitungan teoretis bodi *arrow concept* generasi 003, yaitu: luas permukaan ($A_f = 0,14 \text{ m}^2$); kecepatan yang diasumsikan adalah 130 km/jam; nilai F_d pada kecepatan 130 km/jam ($[36 \text{ m/s}] = 17,886258 \text{ N}$); dan nilai C_d pada asumsi kecepatan 130 km/jam didapatkan hasil sebesar 0,16.



Gambar 8 Distribusi Temperatur Bodi *Prototype Arrow Concept* Tampak Samping



Gambar 9 Distribusi Temperatur Bodi *Prototype Arrow Concept* Tampak Atas

Tabel 4 Hasil Simulasi Bodi *Arrow Concept* Generasi 003

Parameter Masukan	Unit (Satuan)	Nilai Tengah	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
<i>Pressure</i>	[Pa]	101363,481	101363,4808	101363,4813
<i>Temperature (Fluid)</i>	[K]	293,2000369	293,2000367	29,2000371
<i>Density (Fluid)</i>	[kg/m ³]	1,203705496	1,203705496	1,203705497
<i>Velocity</i>	[m/s]	7,995089025	7,995067285	7,995118008
<i>Mach Number</i>	[]	0,023297842	0,023297778	0,023297926
<i>Force (X)</i>	[N]	0,773765529	0,768245821	0,781464023
<i>Force (Y)</i>	[N]	0,310589193	0,318611029	0,303486978
Koefisien <i>Drag</i>	[]	0,154464792	-	-
Koefisien <i>Lift</i>	[]	0,068842219	-	-

Berdasarkan simulasi rancangan bodi kendaraan *Prototype Arrow Concept* diperoleh *velocity* yang baik dalam mengatur kecepatan udara, dapat menerima *pressure* dengan baik, dan mendapatkan nilai *coefficient drag* (Cd) atau gaya hambat yang rendah. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa nilai yang diperoleh dari pengembangan bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept* sudah memenuhi standar dan layak diproduksi sebagai media dalam pembelajaran mata kuliah Konstruksi Badan Kendaraan. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang menyatakan media pembelajaran yang sudah memenuhi standar yang ditentukan layak untuk diproduksi (Ismail *et al.*, 2023; Handoyono & Mahmud, 2020; Fauzan *et al.*, 2019).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh *velocity* yang baik dalam mengatur kecepatan udara, dapat menerima *pressure* dengan baik, dan mendapatkan nilai *coefficient drag* (Cd) atau gaya hambat yang rendah. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, disimpulkan bahwa nilai yang diperoleh dari pengembangan bodi kendaraan hemat energi *Prototype Arrow Concept* memenuhi standar dan layak diproduksi sebagai media pembelajaran mata kuliah Konstruksi Badan Kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arpan, M., & Sadikin, S. (2020). Media Pembelajaran Interaktif Perangkat Keras Komputer. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 20(2), 43-50. <https://doi.org/10.24036/invotek.v20i2.741>.
- Arpan, M., Budiman, R., & Verawardina, U. (2018). Need Assessment Penerapan Media Pembelajaran Pengenalan Hardware Jaringan Komputer Berbasis Augmented Reality. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 16(1), 48-56. <http://dx.doi.org/10.31571/edukasi.v16i1.834>.
- Aufa, M. A., Syafaat, I., & Dzulfikar, M. (2020). Simulasi Kekuatan Monocoque Chassis pada Mobil Hemat Energi Menggunakan Material Carbon Fiber Honeycomb Core. *Majalah Ilmiah Momentum*, 16(1), 69-74. <http://dx.doi.org/10.36499/jim.v16i1.3364>.



- Budiman, R. D. A., Arpan, M., & Verawardina, U. (2018). Readiness Assessment Penerapan Media Pembelajaran Pengenalan Hardware Jaringan Komputer Berbasis Augmented Reality. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 7(1), 118-125. <http://dx.doi.org/10.31571/saintek.v7i1.776>.
- Budiman, R. D. A., Liwayanti, U., & Arpan, M. (2022). Analisis Kebutuhan dan Kesiapan Penerapan Media Pembelajaran Berbasis Android Materi Ilmu Akidah. *EDUMATIC: Jurnal Pendidikan Informatika*, 6(1), 31-38. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v6i1.5087>.
- Ekoprianto, A. (2016). Analisis Aerodinamik pada Bodi Kendaraan Listrik Type Citycar untuk Lingkungan Kampus. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 3(3), 125-130. <https://doi.org/10.21009/JKEM.3.3.2>.
- Facrudin, T. (2019). Analisis Bodi pada Kendaraan Bermotor Roda Dua Menggunakan Simulasi Berbasis Matlab R2019. *Baut dan Manufaktur: Jurnal Teknik Mesin dan Teknik Industri*, 1(1), 44-56.
- Fathoni, A., Sudira, P., Dharmayanti, W., & Arpan, M. (2017). Pengaruh Wawasan Ke vokasionalan, Lingkungan Belajar, Sosial Ekonomi, dan Potensi Siswa SMP terhadap Minat Melanjutkan ke SMK. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 15(2), 196-214. <https://doi.org/10.31571/edukasi.v15i2.630>.
- Fauzan, G., Hamidah, I., & Sriyono, S. (2019). Penggunaan Aplikasi Berbasis Android untuk Meningkatkan Kemampuan Membaca Diagram Kelistrikan Bodi Kendaraan pada Peserta Didik SMK. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 6(2), 251-257. <https://doi.org/10.17509/jmee.v6i2.21802>.
- Feladi, V., Arpan, M., & Verawardina, U. (2017). Pelatihan Pembuatan Media Pembelajaran Berbasis Animasi di SMP Negeri 2 Siantan Kabupaten Mempawah. *Gervasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(1), 32-42. <https://doi.org/10.31571/gervasi.v1i1.597>.
- Handoyono, N. A., & Hadi, S. (2018). Pengembangan Modul Pembuatan Bodi Kendaraan dari Fiberglass untuk Mendukung Perkuliahan Cat dan Bodi Kendaraan. *Jurnal Taman Vokasi*, 6(1), 36-44. <https://doi.org/10.30738/jtv.v6i1.2818>.

- Handoyono, N. A., & Mahmud, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android pada Pembelajaran Electronic Fuel Injection. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 20(2), 107-116. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/invotek.v20i2.791>.
- Hendaryati, H., Jufri, M., Mokhtar, A., & Sudarman, S. (2020). Analisis Aerodinamis pada Mobil Hemat Energi Srikandi Fakultas Teknik. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) Tahun 2020*. <https://doi.org/10.22219/sentra.v0i6.3890>.
- Ismail, M. E. W., Arafat, M. Y., & Ulohi, H. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Animasi pada Kelistrikan Bodi Kendaraan. *STEAM Engineering: Journal of Science, Technology, Education And Mechanical Engineering*, 4(2), 114-124. <https://doi.org/10.37304/jptm.v4i2.8138>.
- Jufri, M., & Suprianto, H. (2018). Analisis Koefisien Aerodinamis pada Mobil Hemat Energi Genetro Suryo Fakultas Teknik UMM. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) Tahun 2018*. <https://doi.org/10.22219/sentra.v0i4.2318>.
- Khoiron, M. S. (2016). *Perbandingan Kekakuan dan Kekuatan Chassis dan Body Kendaraan yang Terbuat dari Material Aluminium dan Carbon Fiber terhadap Beban Vertikal dan Torsional Bending*. Skripsi: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Tidak dipublikasikan.
- Lesmana, C., Arpan, M., Ambiyar, A., Wakhinuddin, W., & Fatmawati, E. (2019). Respons Mahasiswa terhadap Pelaksanaan Program Matrikulasi. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 17(2), 227-237. <http://dx.doi.org/10.31571/edukasi.v17i2.1528>.
- Niulai, J., & Mustika, N. (2022). Pengaruh Bentuk Benda Uji terhadap Pola Aliran Angin di Ruang Uji Wind Tunnel. *Jurnal Voering*, 7(1), 37-46. <https://doi.org/10.32531/jvoe.v7i1.486>.
- Nurchaya, F. A., & Yuwono, T. (2021). Studi Eksperimental Efek Interaksi antara Silinder Sirkuler dan Sudu Returning terhadap Kinerja Turbin Angin



- Savonius. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), F32-F39.
10.12962/j23373539.v10i2.60966.
- Nursantoso, A. P. (2017). *Pembuatan Desain dan Analisis Aerodinamis Body DFV*
2. Skripsi: Universitas Islam Indonesia. Tidak dipublikasikan.
- 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), 1-10. <https://doi.org/10.23887/jjtm.v5i2.11246>.
- Purwanto, W., Putra, Y. S., Setiawan, M. Y., & Arif, A. (2023). Pengaruh Bodi Tambahan pada Sisi Alternator Turbin Angin terhadap Tegangan dan Arus Listrik yang Dihasilkan. *MSI Transaction on Education*, 4(1), 35-44. <https://doi.org/10.46574/mted.v4i1.105>.
- Putra, N. (2015). *Research & Development Penelitian dan Pengembangan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Rahman, A., Farid, A., & Suriansyah, S. (2014). Pengaruh Penggunaan Spoiler pada Model Kendaraan Sedan terhadap Tekanan Hisap dalam Terowongan Angin. *PROTON Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin*, 6(1), 1-7. <https://doi.org/10.31328/jp.v6i1.171>.
- Rampo, Y. (2020). Analysis of the Use of Fiber Material in Car. *Actuator Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 15-19. <https://doi.org/10.53682/actjtm.v1i1.108>.
- Respati, S. M. B., Katsir, I., & Dzulfikar, M. (2020). Body Mobil dengan Komposit Matriks Fiber Carbon-Honeycombdan Penguat Resin Lycal. *Jurnal Teknik Mesin*, 17(2), 29-33. <https://doi.org/10.9744/jtm.17.2.29-33>.
- Rifdarmon, R. (2018). Pengembangan Simulator Engine Trainer Integrated Active Wiring Diagram untuk Meningkatkan Efektifitas Pembelajaran pada Mata Kuliah Listrik dan Elektronika Otomotif. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 18(1), 31-38. <https://doi.org/10.24036/invotek.v18i1.156>.
- Rusminanda, A., & Drastiawati, N. S. (2021). Analisis Kekuatan Material Fiber Carbon dengan Variasi Core terhadap Kekuatan Impak pada Tulangan Bodi Mobil Garnesa Racing Team. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(2), 93-100.

- Sadikin, A. (2013). *Perancangan Rangka Chasis Mobil Listrik untuk 4 Penumpang Menggunakan Software 3D Siemens Nx8*. Skripsi: Universitas Negeri Semarang. Tidak dipublikasikan.
- Sulistiyarini, D., Bibi, S., Fatmawati, E., & Arpan, M. (2018). Pelatihan Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif di SMP dan SMK Mandiri Pontianak. *Gervasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 2(1), 39-46. <https://doi.org/10.31571/gervasi.v2i1.811>.
- Suswanto, B., & Finahari, N. (2013). Studi Pengaruh Model Mobil dan Variasi Kecepatan Angin terhadap Gaya Drag. *Widya Teknika*, 21(1), 14-19. <https://doi.org/10.31328/jwt.v21i1.76>.
- Vajra, G. A., Tobing, S., & Iskandar, I. (2021). Analisis Aerodinamika Bodi Mobil Hemat Energi Kelas Urban Menggunakan Simulasi Computational Fluid Dynamics. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(2), 210-217. <http://dx.doi.org/10.32497/jrm.v16i2.2552>.