

# PENGARUH MODIFIKASI BENTUK BODI MOBIL TERHADAP POLA ALIRAN DENGAN MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*

Nur Aklis, Joko Sedyono, Agung Wahyu Jatmiko

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

*e-mail: Nur.Aklis@ums.ac.id*

## ABSTRAK

*Salah satu pengembangan dalam suatu mobil adalah desain bodi mobil. Desain mobil tidak hanya ditinjau dari factor estetika (keindahan), namun juga berdasarkan bentuk keaerodinamisan bodinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pola aliran, koefisien drag ( $C_D$ ) dan koefisien lift ( $C_L$ ) pada bodi mobil ESEMKA RAJAWALI standar dengan bodi mobil ESEMKA RAJAWALI modifikasi.*

*Penelitian ini dilakukan dengan merubah geometri sudut kap dengan kaca bodi mobil standar dengan sudut  $156^\circ$  menjadi  $165^\circ$ , dan merubah bumper depan yang memiliki sudut  $90^\circ$  menjadi  $65^\circ$ . Desain pembuatan bodi mobil menggunakan software solidworks 2014. Dan disimulasikan menggunakan CFD pada software Ansys 15.0*

*Dari hasil simulasi CFD didapatkan perbedaan pola aliran dan nilai-nilai tekanan pada bodi mobil masing-masing bodi mobil. Berdasarkan hasil simulasi perhitungan coefficient drag dan coefficient lift pada bodi mobil ESEMKA RAJAWALI modifikasi lebih kecil dari bodi mobil ESEMKA RAJAWALI standar.*

**Kata kunci : Bodi Mobil, ESEMKA Rajawali, Pola Aliran.**

## PENDAHULUAN

Salah satu acuan pengembangan suatu mobil adalah pada bentuk bodi. Perkembangan tersebut dimaksudkan untuk mencari bentuk bodi yang lebih aerodinamis sehingga mendapat bodi yang lebih kecil tahanannya. Setiap saat bodi mobil selalu mengalami perubahan, selain untuk menyesuaikan perkembangan zaman namun bodi mobil juga dikembangkan dalam hal tahanannya.

Banyak penelitian tentang riset bentuk bodi kendaraan terhadap pola aliran, salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Ridwan Nofianto (2014). Pada penelitian tersebut peneliti mencari perbedaan pola aliran dan tahanan yang ada pada mobil menyerupai TOYOTA

AVANZA dengan perbedaan bodi standar dan modifikasi. Perbedaan pada kedua bodi terletak pada sudut bumper mobil tersebut, pada mobil standar sudut kemiringan bumper sebesar  $7,9^\circ$ , sedangkan pada bodi modifikasi kemiringannya  $6,2^\circ$ . Kesimpulan dari penelitian ini adalah perbedaan bodi dapat mempengaruhi perbedaan pola aliran juga tahanan yang ada ikut berubah.

Pada penelitian ini penulis memilih mobil dari PT. Solo Manufaktur Kreasi (ESEMKA) sebagai objek penelitian, mobil dalam penelitian ini adalah ESEMKA RAJAWALI. Pada bagian bumper, kap dan kaca mobil menurut penulis memerlukan perubahan untuk mendapat bodi yang lebih efisien dan lebih aerodinamis. Maka dalam penelitian ini penulis mencari perbandingan

antara aliran udara di antara model mobil ESEMKA RAJAWALI dan model ESEMKA RAJAWALI modifikasi dan menganalisa karakteristik profil bodi pada kedua model tersebut.

### TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini dimaksudkan untuk :

1. Mengetahui perbedaan pola aliran antara mobil ESEMKA RAJAWALI standar dan ESEMKA RAJAWALI modifikasi.
2. Mengetahui *coefficient drag* ( $C_d$ ), dan *coefficient lift* ( $C_l$ ) pada mobil ESEMKA RAJAWALI standar dan modifikasi.

### TINJAUAN PUSTAKA

Munawir (2012), melakukan studi membandingkan tahanan pada bodi mobil "Mesin USU" menggunakan CFD dengan perbedaan bodi standar dan modifikasi. Dari pengamatan analisis tersebut diperoleh koefisien drag lebih rendah pada Mesin USU modifikasi dibandingkan Mesin USU standar, dan didapat pola aliran yang lebih baik pada Mesin USU modifikasi.

Azwir (2012), melakukan penelitian tentang desain bodi prototype Mataram Proto standar dengan Mataram Proto modifikasi. Perbedaan dari ke-dua bodi tersebut adalah pada bagian roda depan mobil ditutup untuk bodi modifikasi, sedangkan untuk bodi standar roda depan dibuat terbuka. Pada penelitian tersebut bodi Mataram Proto modifikasi memiliki pola aliran yang lebih baik dari Mataram Proto standar. Sedangkan dalam hal tahanan untuk koefisien *drag* Mataram Proto modifikasi memiliki nilai koefisien *drag* lebih rendah.

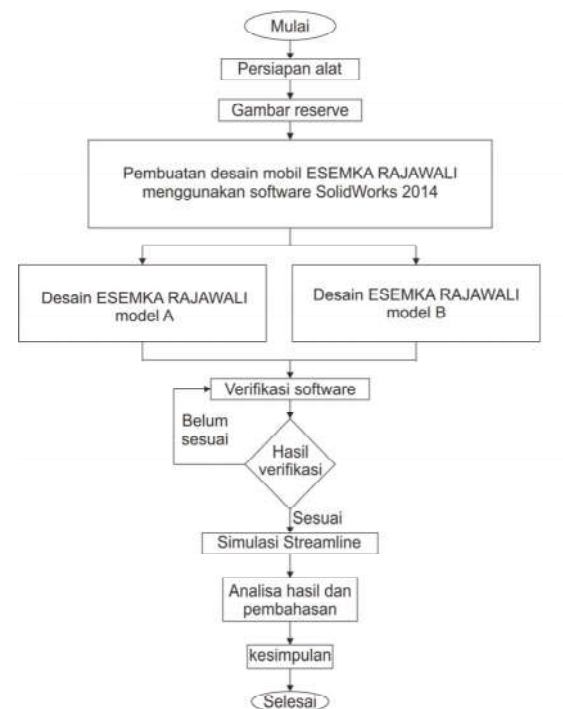
Hamidi (2011), melakukan studi dengan mencari pola aliran dan koefisien drag pada mobil hemat energi Kalabiya. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari tahanan bodi yang lebih kecil sehingga mendapat bodi yang efisien. Dalam studi ini hanya bermaksud mencari koefisien *drag* dan kontur tekanan pada bodi mobil Kalabiya. Dari penelitian tersebut didapatkan koefisien *drag* 0,476 pada mobil Kalabiya, sehingga

koefisien drag dikatakan sudah bagus untuk sebuah mobil.

Pada penelitian ini akan melakukan penelitian pola aliran pada ESEMKA RAJAWALI dengan perbedaan bodi yaitu pada bagian bumper depan dan sudut antara kaca dengan kap mobil, nilai sudut antara kap dan kaca mobil  $156^\circ$  untuk ESEMKA standar sedangkan  $165^\circ$  untuk ESEMKA modifikasi. Dipilih bagian depan karena menurut penulis bagian depan bodi standar terlalu banyak tahanan yang terja

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Diagram alir penelitian



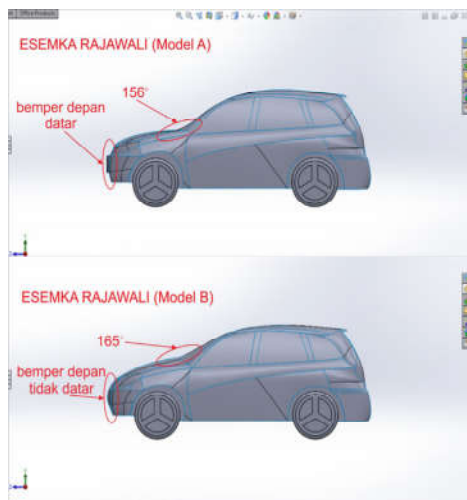
Gambar 1. Diagram alir penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Data Profil Mobil ESEMKA RAJAWALI

Perbedaan bodi antara model A dan model B yaitu perbedaan bumper depan dan derajat kemiringan pada kap mobil. Kap mobil model A memiliki kemiringan dengan kaca sebesar  $156^\circ$ , sedangkan untuk model B kemiringan lebih besar yaitu  $165^\circ$ . Selain perbedaan kemiringan antara kaca dan kap mobil antara model A dan model B, bumper depan juga diubah sebelumnya dari model

A yang datar bagian bumper diubah menjadi setengah lingkaran untuk mengurangi tahanan yang ada. Gambar 2 menunjukkan perbedaan sudut ke-dua model.



Gambar 2. ESEMKA model A dan B

### Hasil Simulasi Kondisi *Steady*

Simulasi dalam kondisi aliran *steady state* menurut definisi adalah aliran yang terjadi di titik manapun bila kondisi seperti kecepatan, tekanan, dan kondisi lintasan partikel di dalam fluida yang kondisinya tidak berubah terhadap waktu dan kondisi *steady* diasumsikan telah tercapai setelah interval waktu yang relative lama. Oleh karena itu kondisi *steady* tidak memerlukan informasi real time untuk menggambarkan kondisinya. Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa jumlah elemen fluida yang ada di dalam perhitungan komputasi pada model ESEMKA RAJAWALI A sebanyak 1573670 dan model ESEMKA RAJAWALI B sebanyak 1418642.

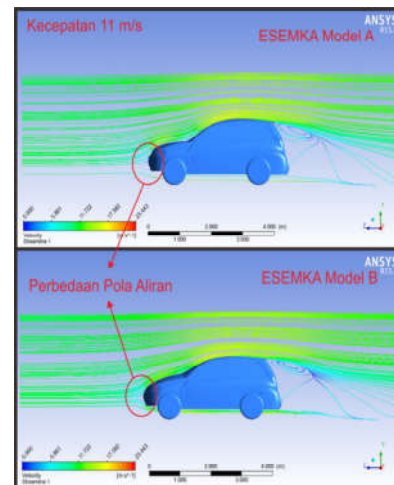
### Pola Aliran Di Sekeliling Mobil

Karena pengujian dilakukan dalam tiga kecepatan berbeda maka pola aliran dalam model mobil ESEMKA RAJAWALI memiliki polanya masing-masing.

#### a. Kecepatan 11 m/s

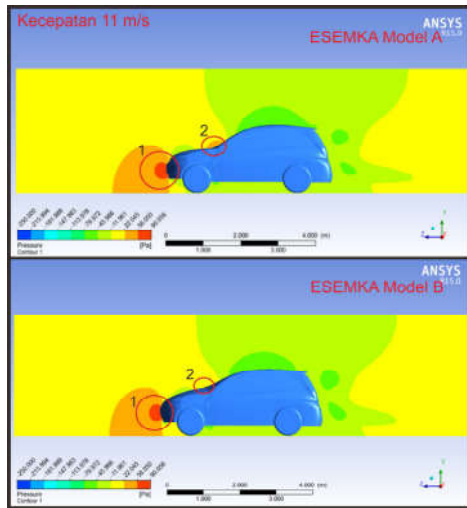
Pada kecepatan rendah (11 m/s), ESEMKA model A terlihat lebih aerodinamis terbukti dengan pola aliran yang terjadi pada

bumper depan terlihat terjadi separasi aliran yang besar dibandingkan dengan ESEMKA model B. Sedangkan untuk bagian kap dan kaca depan ke-dua pola aliran di sekitar mobil cenderung mengikuti bentuk bodi tanpa membuat separasi. Perbedaan ditunjukkan pada gambar 3.



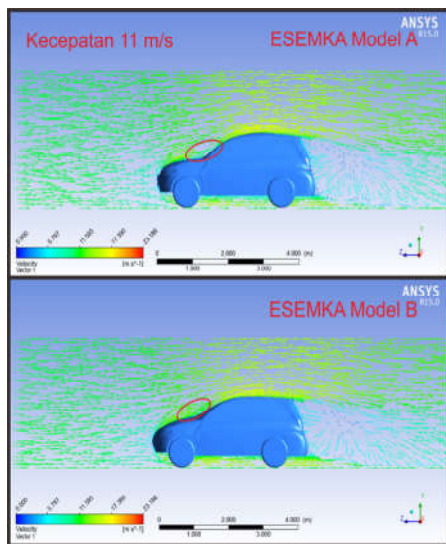
Gambar 3. Pola aliran 11 m/s

Sedangkan gambar 4 menunjukkan kontur tekanan pada ESEMKA model A bagian yang ditunjukkan nomor satu terjadi tekanan yang besar dengan nilai 84,8201 Pa dan tekanan meliputi hampir seluruh bumper depan mobil, tetapi untuk ESEMKA model B tekanan pada bumper tidak sampai bagian bawah mobil dengan nilai 83,0263 Pa. Untuk bagian nomor dua ESEMKA model A memiliki tekanan dengan nilai 34,3316 Pa, namun untuk ESEMKA model B nilai tekanannya 23,8212 Pa.



Gambar 4. Kontur tekanan 11 m/s

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa ESEMKA model A memiliki vektor kecepatan yang lebih kecil dari ESEMKA model B yaitu 6,06605 m/s sedangkan model B 9,72416 m/s dikarenakan pada model A terjadi tekanan yang besar yang menyebabkan aliran membentur bodi dan memperkecil kecepatannya.

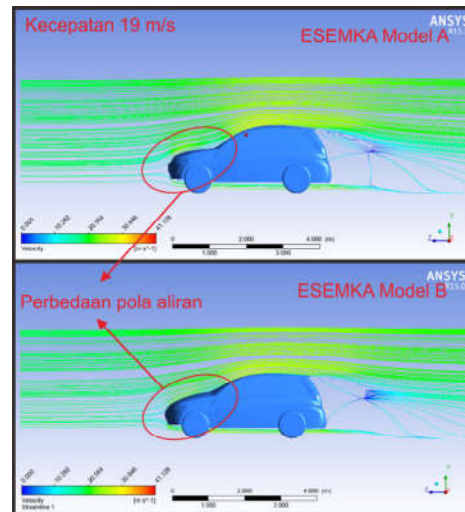


Gambar 5. Vektor 11 m/s

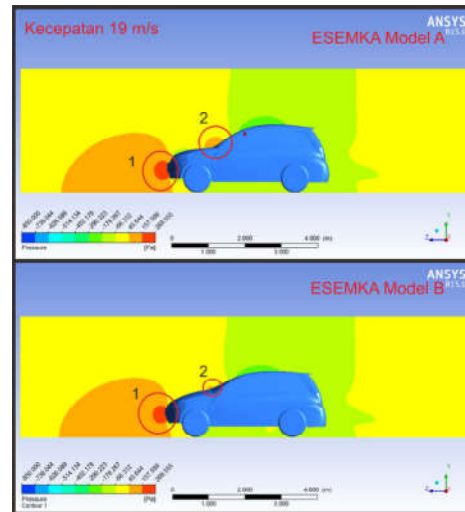
**b. Kecepatan 19 m/s**

Pada kecepatan 19 m/s pola aliran yang terjadi pada bumper mengalami pemisahan yang cukup besar pada ESEMKA model

A dibandingkan dengan ESEMKA model B. Namun pada kecepatan 19 m/s terjadi perbedaan antara pola aliran pada kap dan kaca mobil, pada ESEMKA model A pola aliran terlihat tidak membentur bodi sedangkan pada ESEMKA model B pola aliran selalu merapat dengan bodi. Perbedaan pola aliran ditunjukkan dari gambar 6.



Gambar 6. Pola aliran 19 m/s

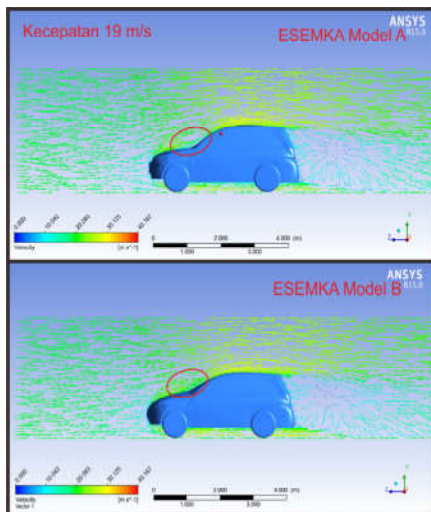


Gambar 7. Kontur tekanan 19 m/s

Kontur tekanan pada gambar 7 menunjukkan kecepatan 19 m/s. Pada bagian nomer satu memiliki nilai tekanan 253,909 Pa untuk ESEMKA model A, 249,813 Pa pada ESEMKA model B. Dan untuk bagian

nomer dua ESEMKA model A memiliki tekanan 104,07 Pa namun untuk ESEMKA model B hanya 72,7328 Pa.

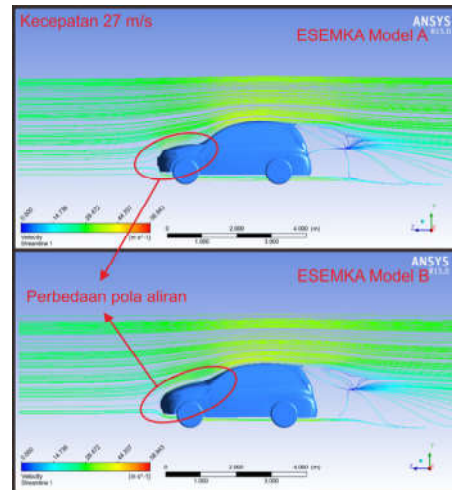
Pada kecepatan 19 m/s vektor kecepatan pada ESEMKA model A 10,6147 m/s dan 16,9411 m/s untuk ESEMKA model B pada bagian antara kap dan kaca mobil. Gambar 8 menunjukkan perbedaannya.



Gambar 8. Vektor 19 m/s

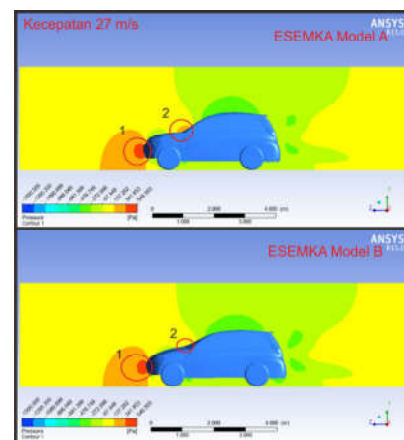
### c. Kecepatan 27 m/s

Pada kecepatan 27 m/s ini pola aliran pada bumper ESEMKA model B lebih besar terjadi pemisahan aliran dibanding ESEMKA model A, begitu juga pada bagian kap dan kaca pola aliran pada ESEMKA model B terlihat tidak menempel pada bodi mobil, sedangkan ESEMKA model A pola aliran masih mendekati bodi kap dan kaca. Dan pada ESEMKA model B aliran pada bawah bodi lebih sedikit dari pada ESEMKA model A. Perbedaan ditunjukkan gambar 9.



Gambar 9. Pola aliran 27 m/s

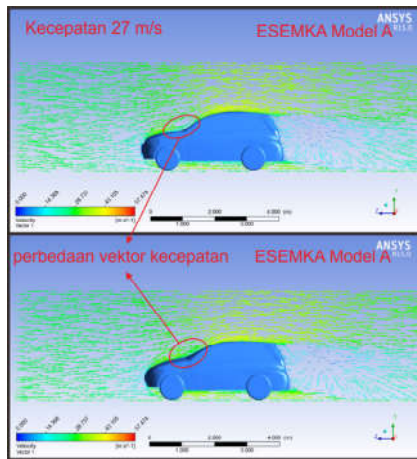
Pada kecepatan 27 m/s kontur kecepatan pada bagian nomor satu memiliki nilai 514,81 Pa pada ESEMKA model A dan 512,584 Pa pada ESEMKA model B. Pada bagian nomor 2 kontur tekanan pada ESEMKA model A memiliki nilai 212,529 Pa dan pada ESEMKA model B nilainya 148,778 Pa. Perbedaan ditunjukkan gambar 10.



Gambar 10. Kontur tekanan 27 m/s

Pada kecepatan 27 m/s vektor kecepatan untuk ESEMKA model A 15,1993 m/s, sedangkan pada ESEMKA model B kecepatannya 24,1985 m/s. Perbedaan yang terjadi disebabkan karena pada titik antara kap dan kaca mobil model A memiliki tekanan pada titik itu sehingga vektor di titik tersebut memiliki lebih sedikit kecepatan

dibanding ESEMKA model B. Perbedaan ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Vektor 27 m/s

**Perhitungan Drag Coefficient dan Lift Coefficient**

Pada penelitian ini percobaan menggunakan kecepatan udara yang berbeda, yang di bedakan menjadi kecepatan pelan (11 m/s), sedang (19 m/s) dan tinggi (27 m/s). Dari data yang telah diketahui, *coefficient drag* dan *coefficient lift* sebagai berikut:

**Perhitungan Coefficient Drag**

$$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho U^2 A} \tag{1}$$

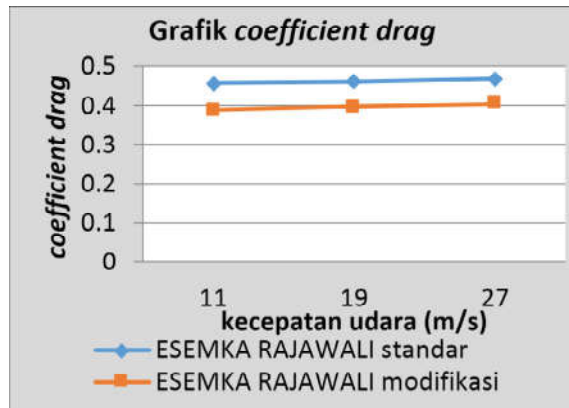
Dimana:

- $C_D$  = Coefficient Drag
- D = Gaya Drag (N)
- U = kecepatan udara (m/s)
- $\rho$  = Densitas Udara (Kg/m<sup>3</sup>)
- A = Frontal Area (m<sup>2</sup>)

Dari perhitungan coefficient drag ESEMKA model A dan ESEMKA model B diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil coefficient drag

Kecepatan udara (m/s)	ESEMKA Model A	ESEMKA Model B
11	0,458	0,389
19	0,461	0,398
27	0,469	0,405



Gambar 12. Coefficient drag

**Perhitungan Lift Coefficient**

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho U^2 A} \tag{2}$$

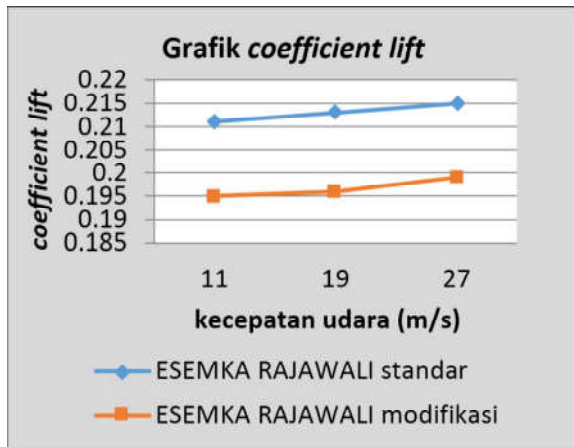
Dimana:

- $C_L$  = Coefficient Lift
- D = Gaya Drag (N)
- U = kecepatan udara (m/s)
- $\rho$  = Densitas Udara (Kg/m<sup>3</sup>)
- A = Frontal Area (m<sup>2</sup>)

Hasil dari perhitungan coefficient lift pada ESEMKA model A dan ESEMKA model B didapatkan:

Tabel 2. Hasil coefficient lift

Kecepatan udara (m/s)	ESEMKA Model A	ESEMKA Model B
11	0,211	0,195
19	0,213	0,196
27	0,215	0,199



Gambar 13. Coefficient lift

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa pada bodi mobil ESEMKA RAJAWALI model A dan B menggunakan *software Ansys 15.0* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pola aliran pada tiga kecepatan pengujian dapat disimpulkan bahwa pada mobil ESEMKA RAJAWALI standar memiliki pola yang lebih efektif pada kecepatan rendah (11 m/s) dan sedang (19 m/s), namun pada kecepatan tinggi (27 m/s) ESEMKA RAJAWALI modifikasi memiliki pola aliran yang lebih aerodinamis dari ESEMKA

RAJAWALI standar.

2. Dari hasil perhitungan dalam penelitian ini di dapatkan coefficient drag pada kecepatan 11 m/s, 19 m/s dan 27 m/s berturut-turut untuk model A 0,458; 0,461 dan 0,469. Sedangkan untuk coefficient lift didapat 0,222; 0,213 dan 0,215. Kemudian untuk model B coefficient drag diperoleh 0,389; 0,398 dan 0,405. Untuk coefficient lift diperoleh 0,195; 0,196 dan 0,199. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa bodi mobil model B (modifikasi) lebih kecil tahanannya.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis, untuk penelitian selanjutnya dari penelitian aerodinamika menggunakan software adalah sebagai berikut:

1. Dalam aspek alat penelitian sebaiknya menggunakan komputer dengan spesifikasi yang memang diperuntukkan untuk desain dan simulasi.
2. Aspek penting dalam penelitian komputasi adalah meshing, dalam proses ini penelitian harus sangat teliti.
3. Untuk penelitian selanjutnya, perbandingan pola aliran, bodi mobil dan tahanan dengan simulasi 3D.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azwir, Hail. 2014. "*Analisa Computational Fluid Dynamic Body Kendaraan Mataram Proto Dengan Perangkat Lunak Ansys Fluent 14.5*". IST AKPRIND Yogyakarta.
- Hamidi, Abdullah M. 2011. "*Analisis Aliran Fluida Pada Kalabiya Menggunakan CFD*". Universitas Indonesia.
- Novianto, Ridwan M. 2014. "*Simulasi Perilaku Aerodinamika dalam Kondisi Steady dan Unsteady pada Mobil menyerupai Toyota Avanza dengan CFD*". Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Siregar, Rosyadi Munawir. 2012. "*Analisis Koefisien Drag Pada Mobil Hemat Energi "Mesin USU" Dengan Menggunakan Perangkat Lunak CFD*". Universitas Sumatra Utara.
- Munson, Bruce R., Young, Donald D., Okhisi, Theodore H. 2004. "*Mekanika Fluida Jilid 1*". Jakarta : Erlangga