

## Analisis Aerodinamika Bodi Kendaraan KMHE Jayabaya *Prototype* 2.0

**Rengga Purwa Ananda<sup>1</sup>, Yasinta Sindy Pramesti<sup>2</sup>, Ali Akbar<sup>3</sup>**  
<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri  
E-mail: <sup>1</sup>rengga1406@gmail.com

**Abstrak** – Besar konsumsi bahan bakar dari sebuah kendaraan tergantung dari berbagai faktor. Faktor-faktor yang paling penting adalah tingkat ke-aerodinamis-an bodi kendaraan, sasis dan rangka, dimensi dan ruang bakar mesin, serta bahan yang diaplikasikan pada bodi maupun sasis dan rangka tersebut. Aerodinamika merupakan salah satu ilmu yang memiliki dampak besar pada rekayasa otomotif modern. Pada penelitian ini objek yang diteliti adalah bodi kendaraan KMHE dari tim Jayabaya Universitas Nusantara PGRI Kediri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui koefisien drag dari bodi kendaraan dilihat dari aspek variasi bentuk area depan bodi kendaraan. Dengan mengubah atau memodifikasi area depan bodi kendaraan yang sebelumnya berbentuk setengah bola menjadi pipih, diharapkan mampu memberikan perubahan yang signifikan terhadap tingkat ke-aerodinamis-an dari bodi kendaraan tersebut. Berdasarkan analisa melalui SolidWorks, dapat diketahui bahwa koefisien drag dari Jayabaya 1.0 dengan variasi kecepatan 8,33; 11,11; 13,89; 16,67 m/s didapat angka 0,14; 0,17; 0,27; 0,41 N. Sedangkan hasil analisa untuk Jayabaya 2.0 adalah 0,235; 0,240; 0,254; 0,247. Dari hasil tersebut dapat kita tarik kesimpulan bahwa meskipun pada kecepatan rendah koefisien drag pada Jayabaya 2.0 lebih tinggi dari Jayabaya 1.0, akan tetapi pada kecepatan 13,89 m/s dan 16,67 m/s lebih rendah dari Jayabaya 1.0 dan hasil rata-rata dari empat variasi kecepatan Jayabaya 2.0 lebih unggul yakni 0,244 dibanding dengan Jayabaya 1.0 yakni 0.252. Seperti yang kita tau bahwa semakin rendah angka koefisien drag, maka tingkat aerodinamiknya juga semakin baik sehingga beban yang menghambat laju kendaraan semakin berkurang dan kendaraan lebih hemat bahan bakar.

**Kata Kunci** — aerodinamis, bahan bakar, bodi kendaraan, KMHE

### 1. PENDAHULUAN

Semakin pesatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan revolusi industri, kebutuhan negara Indonesia akan energi semakin meningkat pula. Sumber energi tersebut dapat berupa minyak bumi, batubara, dan gas alam. Karena sumber energi tersebut bukan merupakan jenis energi yang bisa didaur ulang, maka ketersediaannya juga akan semakin menipis dan bahkan bisa habis. Dimana pada sektor transportasi atau bahan bakar kendaraan bermotor menduduki peringkat pertama dan di ikuti beberapa sektor lainnya.

Konsumsi bahan bakar di Indonesia terdiri dari berbagai sektor yaitu transportasi, industri, rumah tangga, komersial dan sektor lainnya. Total konsumsi energi final (tanpa biomasa tradisional) tahun 2018 sekitar 114 MTOE terdiri dari sektor transportasi 40%, kemudian industri 36%, rumah tangga 16%, komersial dan sektor lainnya masing-masing 6% dan 2% [1]. Dapat diketahui bahwa sektor transportasi menduduki peringkat pertama dalam konsumsi bahan bakar. Lalu diikuti dengan beberapa sektor lainnya.

Berdasarkan uraian masalah sumber energi diatas, banyak peneliti-peneliti yang mulai berlomba-lomba menciptakan inovasi dan teknologi

mutakhir. Berbagai upaya dilakukan demi mengurangi jumlah konsumsi bahan bakar dari berbagai sektor. Dimulai dari mengurangi tingkat konsumsi bahan bakar kendaraan hingga menemukan alternatif bahan bakar pada sektor transportasi, serta penciptaan energi baru dan terbarukan di beberapa sektor lainnya.

Upaya untuk menghimpun ide-ide dan gagasan-gagasan tersebut, maka diadakanlah lomba-lomba yang berfokus pada tingkat efisiensi bahan bakar sebuah kendaraan. Beberapa diantaranya adalah Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) untuk kelas nasional dan Shell Eco Marathon (SEM) untuk kelas internasional. Perlombaan tersebut mempunyai tujuan yang sama, yaitu untuk mendapatkan konsep kendaraan masa depan yang memiliki tingkat konsumsi energi dan bahan bakar yang rendah. Hal ini salah satunya dapat diwujudkan dalam sebuah kreativitas dalam kontes mobil hemat energi. Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) 2020 merupakan sebuah lomba mobil irit tingkat nasional yang tahun ini diselenggarakan oleh Pusat Prestasi Nasional (Puspresnas) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud) Republik Indonesia bekerja sama dengan tuan rumah penyelenggara Universitas Indonesia [2].

Besar konsumsi bahan bakar dari sebuah kendaraan tergantung dari berbagai faktor. Faktor-faktor yang paling penting adalah tingkat ke-aerodinamis-an bodi kendaraan, sasis dan rangka, dimensi dan ruang bakar mesin, serta bahan yang diaplikasikan pada bodi maupun sasis dan rangka tersebut. Salah satu aspek yang banyak mendapat perhatian adalah ke-aerodinamis-an bodi kendaraan tersebut. Semakin aerodinamis suatu kendaraan, tentu saja akan semakin memperingan beban mesin. Sehingga konsumsi bahan bakar oleh mesin bisa dikurangi secara signifikan. Dengan bentuk bodi yang aerodinamis, gaya samping dan momen yang terjadi pada mobil terkendali lebih baik, sehingga stabilitas mobil tetap baik dan aman saat mobil mengalami perubahan kecepatan, pengereman, belokan, elevasi, dan berbagai manuver yang lain.

Aerodinamika merupakan salah satu ilmu yang memiliki dampak besar pada rekayasa otomotif modern[3]. Aerodinamika sangat erat kaitannya dengan faktor eksternal yang mempengaruhi bodi mobil serta bentuk bodi mobil dengan tujuan tercapainya kinerja yang diinginkan. Beberapa parameter dalam aerodinamika seperti kekuatan dan koefisien sangat mempengaruhi karakter sebuah kendaraan saat dikendarai.

Gaya yang sangat fundamental dalam mengukur ke-aerodinamis-an suatu mobil adalah gaya tahanan (*gaya drag*) dan gaya angkat (*lift force*). Gaya tahanan merupakan gaya yang berlawanan dengan arah laju kendaraan dimana gaya tersebut tercipta dari fluida yang mengalir di permukaan bodi mobil. Sedangkan gaya angkat adalah komponen dari tekanan dan gaya geser dinding dalam arah tegak lurus terhadap aliran.

Pada penelitian ini objek yang diteliti adalah bodi kendaraan KMHE dari tim JAYABAYA Universitas Nusantara PGRI Kediri. Berdasarkan analisa melalui SolidWorks, dapat diketahui bahwa koefisien *drag* dari JAYABAYA 1.0 dengan variasi kecepatan 8,33; 11,11; 13,89; 16,67 m/s didapat angka 0,14; 0,17; 0,27; 0,41 N[4]

## 2. METODE PENELITIAN

Teknik penelitian yang digunakan peneliti merupakan teknik deskriptif. Dimana peneliti mencoba memodifikasi ujung depan bodi kendaraan awal yang berbentuk bulat menjadi berbentuk pipih melintang dengan harapan dapat mengurangi koefisien *drag* dan koefisien *lift* yang tercipta akibat aliran fluida di sekitar bodi mobil. Sehingga tingkat ke-aerodinamis-an dapat tergambarkan.

Desain penelitian menurut Mc Millan dalam [5] adalah rencana dan struktur penyelidikan yang

digunakan untuk memperoleh bukti-bukti empiris dalam menjawab pertanyaan penelitian. Dikarenakan hasil outcome dari penelitian ini belum jelas, peneliti menyimpulkan bahwa standar desain penelitian ini merupakan desain penelitian studi kasus. Studi kasus adalah memahami suatu kasus, orang-orang tertentu atau situasi secara mendalam [6].

Metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus adalah sebagai prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa angka-angka tertulis yang dapat diamati sebagai mana adanya. Peneliti memilih teknik dan metode ini dengan alasan akan mendapatkan angka koefisien *drag* sehingga dapat diinterpretasikan sebagai tingkat ke-aerodinamis-an.

Data pada penelitian ini merupakan data kualitatif, karena berbentuk angka-angka. Data bersumber dari hasil observasi laporan KMHE Jayabaya tahun 2020 Universitas Nusantara PGRI Kediri. Metode pengumpulan data dilakukan dengan software SolidWorks 2014. Mulai dari pembuatan bodi hingga simulasi aerodinamis semua dilakukan di software SolidWorks 2014.

### 2.1 Variabel Penelitian

Variabel merupakan objek dari sebuah penelitian, bisa dikatakan bahwa variabel merupakan sesuatu yang menjadi titik perhatian dalam suatu penelitian.

Tabel 1. Identifikasi Variabel

| No | Jenis Variabel | Keterangan                                       |
|----|----------------|--|
| 1  | Bebas          | Bentuk Bodi Kendaraan                            |
| 2  | Kontrol        | Parameter lingkungan pada proses simulasi aliran |
| 3  | Terikat        | Koefisien <i>drag</i>                            |

#### A. Variabel Bebas

Pada penelitian ini, yang menjadi variabel bebas adalah variasi bentuk area depan.

#### B. Variabel Kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah parameter lingkungan pada proses simulasi aliran yakni :

- Temperature jalan raya = 27°C
- Tekanan statis = 101325 Pa
- Massa jenis udara = 1.204 kg/m<sup>3</sup>

#### C. Variabel Terikat

Variabel terikat untuk penelitian ini adalah koefisien *drag* yang akan digunakan untuk menganalisa tingkat ke-aerodinamis-an bodi kendaraan.

Tabel 2. Nilai koefisien *drag* untuk Jayabaya1.0

| No | Kecepatan (m/s) | C <sub>d</sub> |
|----|-----------------|----------------|
| 1  | 8.33            | 0.142          |
| 2  | 11.11           | 0.175          |
| 3  | 13.89           | 0.279          |
| 4  | 16.67           | 0.412          |

2.2 Desain

Desain geometri bodi Jayabaya *Prototype* dibuat menggunakan software SolidWorks 2014. Setelah desain dibuat, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan simulasi dengan metode CFD (*computational fluid dynamics*) pada fitur flow simulation SolidWorks 2014



Gambar 1. Desain Bodi Jayabaya 1.0

Fitur flow simulation pada software SolidWorks 2014 merupakan hal yang sangat membantu para pakar dan teknisi dalam membangun atau merancang sebuah objek secara umum dan pada khususnya di penelitian ini. Dengan banyaknya parameter dan batasan-batasan yang ada, membuat fitur yang tersemat pada SolidWorks 2014 ini menjadi software yang dapat diandalkan.

2.3 Langkah Simulasi

Untuk langkah simulasi dan analisis data dapat dilihat pada tahapan berikut.

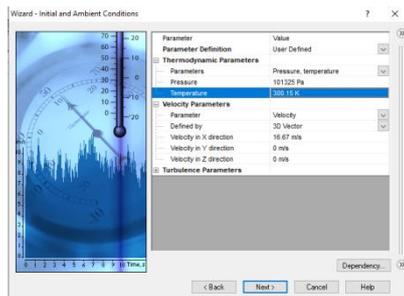
1. Pembuatan *Boundary Layer*



Gambar 2. *Boundary Layer*

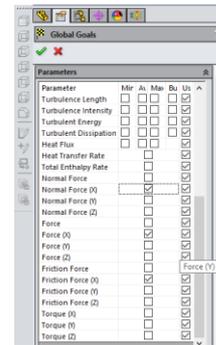
2. Memasukan Parameter Kondisi Batas dan Fluida

- a) *Temperature jalan raya* = 27°C
- b) *Tekanan statis* = 101325 Pa
- c) *Kecepatan* = 8.33, 11.11, 13.89, 16.67 m/s
- d) *Massa jenis udara* = 1.204 kg/m<sup>3</sup>



Gambar 3. Input Parameter Kondisi Lingkungan

3. Menjalankan parameter capaian yaitu *GG velocity (x)* sebagai parameter gaya *drag*.



Gambar 4. *Goal Input*

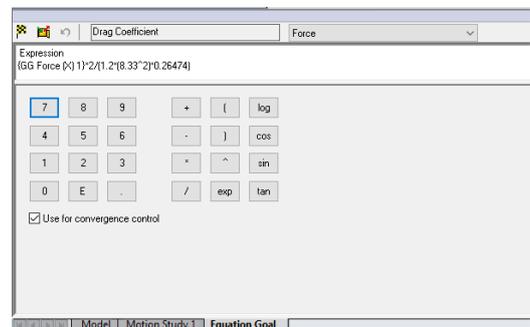
4. Menjalankan parameter capaian yaitu *GG velocity (y)* sebagai parameter *Lift Force*.

5. Input persamaan koefisien *drag* ke *equation goal*.

$$C_D = \frac{F_D \rho v^2 A}{2} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- $F_D$  = Gaya hambat (N)
- $C_D$  = Koefisien hambatan pada plat
- $\rho$  = Massa jenis fluida (Kg/m<sup>3</sup>)
- $A_F$  = Luas daerah frontal (m<sup>2</sup>)
- $V$  = Kecepatan aliran fluida (m/s)



Gambar 5. Metode Input *Equation Goal* Pada Simulasi

6. Input persamaan koefisien *lift* ke *equation goal*.

$$C_L = \frac{F_L \rho v^2 A}{2} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

- $F_L$  = Gaya angkat (N)
- $C_D$  = Koefisien angkat pada plat
- $\rho$  = Massa jenis fluida (Kg/m<sup>3</sup>)
- $A_F$  = Luas daerah frontal (m<sup>2</sup>)
- $V$  = Kecepatan aliran fluida (m/s)

Proses *RUN* secara otomatis dengan parameter dan input yang telah ditentukan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Koefisien *drag* dan gaya *drag* merupakan elemen penting dalam pembuatan suatu bodi kendaraan. Dimana kedua hal tersebut sangat mempengaruhi laju kendaraan yang akan sangat erat hubungannya dengan konsumsi bahan bakar dari kendaraan tersebut. Gambar berikut merupakan hasil rancangan desain perubahan dari bodi kendaraan Jayabaya 1.0, yakni Jayabaya 2.0.



Gambar 6. Jayabaya 2.0 dan Jayabaya 1.0 isometrik 1



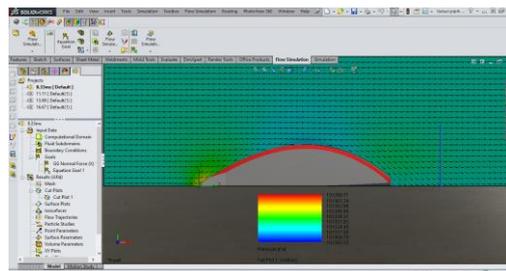
Gambar 7. Jayabaya 2.0 dan Jayabaya 1.0 tampak atas



Gambar 8. Jayabaya 2.0 dan Jayabaya 1.0 tampak depan

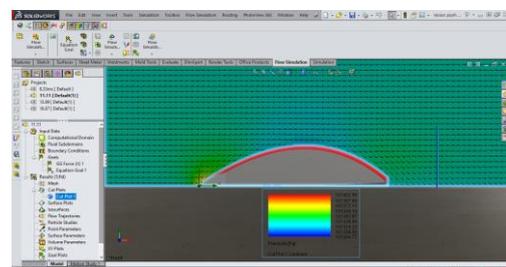
Data berikut merupakan hasil analisa Jayabaya 2.0 menggunakan perangkat lunak solidwork versi 2014 yang merupakan salah satu perangkat lunak yang dilengkapi dengan fitur CFD (*computational fluid dynamic*).

Pada gambar 9 berikut dapat diketahui tekanan maksimal kendaraan pada kecepatan 8,33 m/s ada pada area depan dengan warna kuning. Warna kuning tersebut pada skala menunjukkan angka 101346,58 hingga 101353,96 Pa.



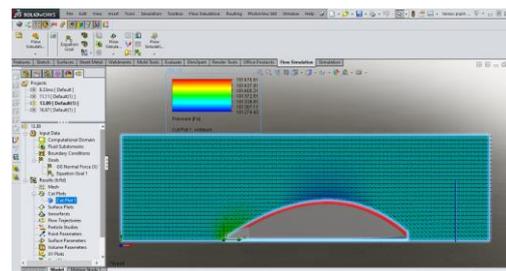
Gambar 9. Distribusi Tekanan pada variasi kecepatan 8,33 m/s

Pada gambar 10 berikut dapat diketahui tekanan maksimal kendaraan pada kecepatan 11,11 m/s ada pada area depan dengan warna kuning. Warna kuning tersebut pada skala menunjukkan angka 101358,39 hingga 101373,11 Pa.



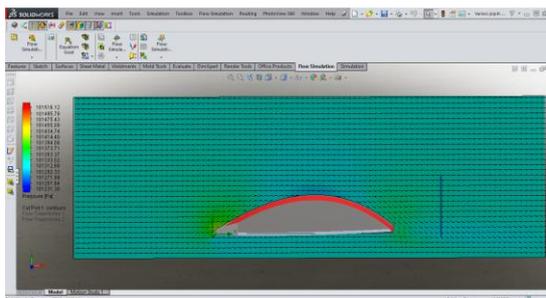
Gambar 10. Distribusi Tekanan pada variasi kecepatan 11,11 m/s

Pada gambar 11 berikut dapat diketahui tekanan maksimal kendaraan pada kecepatan 13,89 m/s ada pada area depan dengan warna kuning. Warna kuning tersebut pada skala menunjukkan angka 101405,21 hingga 101437,91 Pa.



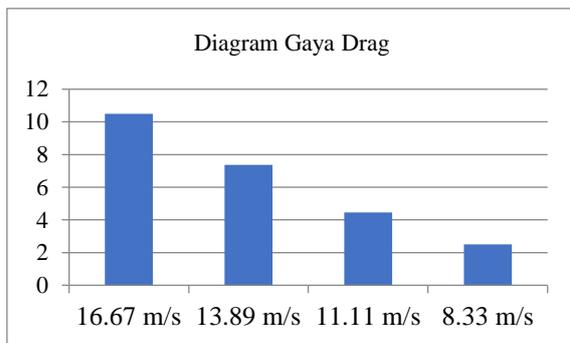
Gambar 11. Distribusi Tekanan pada variasi kecepatan 13,89 m/s

Pada gambar 12 berikut dapat diketahui tekanan maksimal kendaraan pada kecepatan 16,67 m/s ada pada area depan dengan warna kuning. Warna kuning tersebut pada skala menunjukkan angka 101434,74 hingga 101455,09 Pa.



Gambar 12. Distribusi Tekanan pada variasi kecepatan 16.67 m/s

Untuk gaya *drag* dari masing-masing variasi kecepatan dapat dilihat pada gambar 13. Dimana saat kendaraan mencapai kecepatan 8,33 m/s gaya *drag* yang tercipta adalah 2,497. Pada kecepatan 11,11 m/s gaya *drag* yang tercipta adalah 4,447. Pada kecepatan 13,89 m/s gaya *drag* yang tercipta adalah 7,366. Pada kecepatan 16,67 m/s gaya *drag* yang tercipta adalah 10,488.



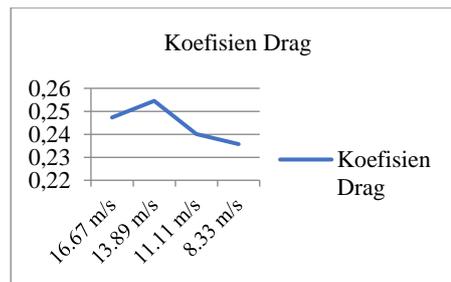
Gambar 13. Diagram gaya *drag* pada kecepatan tertentu

Dari gambar 13 dapat kita ketahui bahwa tekanan paling tinggi ada pada kondisi kecepatan kendaraan saat melaju 16.67 m/s (60 Km/h) dan tekanan paling rendah pada kecepatan 8.33 m/s (30 Km/h).

Pada gambar 14 dan tabel 3 dapat kita ketahui grafik koefisien *drag* yang tercipta dari beberapa titik kecepatan kendaraan. Koefisien *drag* tertinggi terjadi pada saat kendaraan mencapai kecepatan 13.89 m/s (50 Km/h) dan koefisien *drag* terendah pada saat kendaraan mencapai kecepatan 8.33 m/s (30 Km/h).

Tabel 3. Koefisien *drag* pada Jayabaya 2.0

| No | Kecepatan (m/s) | $C_d$ |
|----|-----------------|-------|
| 1  | 8.33            | 0.235 |
| 2  | 11.11           | 0.240 |
| 3  | 13.89           | 0.254 |
| 4  | 16.67           | 0.247 |

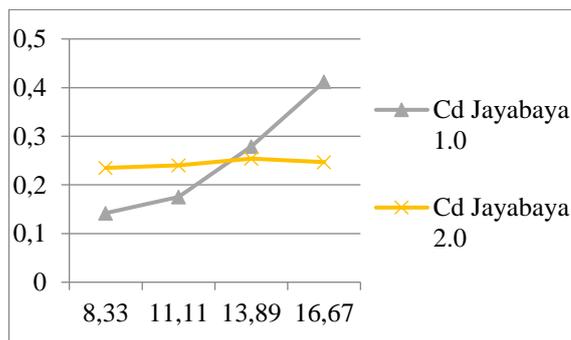


Gambar 14. Diagram koefisien *drag* pada kecepatan tertentu Jayabaya 2.0

Perbandingan data koefisien *drag* antara Jayabaya 1.0 dan Jayabaya 2.0 dapat di lihat melalui tabel 4 dan grafik pada gambar 15.

Tabel 4. Perbandingan koefisien *drag* antara Jayabaya 1.0 dan Jayabaya 2.0

| No | Kecepatan (m/s) | $C_d$        |              |
|----|-----------------|--------------|--------------|
|    |                 | Jayabaya 1.0 | Jayabaya 2.0 |
| 1  | 8.33            | 0.142        | 0.235        |
| 2  | 11.11           | 0.175        | 0.240        |
| 3  | 13.89           | 0.279        | 0.254        |
| 4  | 16.67           | 0.412        | 0.247        |



Gambar 15. Grafik Perbandingan Koefisien *drag* antara Jayabaya 1.0 dan Jayabaya 2.0

Bila melihat hasil grafik pada gambar 15 diatas, koefisien *drag* pada Jayabaya 2.0 lebih stabil pada semua aspek kecepatan dibandingkan dengan Jayabaya 1.0. Kestabilan ini juga nanti akan mempengaruhi keseimbangan kendaraan saat melakukan *manouver*. Sedangkan untuk rata-rata dari koefisien *drag* antara kendaraan Jayabaya 1.0 dan Jayabaya 2.0 akan dijelaskan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil rata – rata koefisien *drag* Jayabaya 1.0 dan Jayabaya 2.0

| No | Kecepatan (m/s) | $C_d$        |              |
|----|-----------------|--------------|--------------|
|    |                 | Jayabaya 1.0 | Jayabaya 2.0 |
| 1  | 8.33            | 0.142        | 0.235        |
| 2  | 11.11           | 0.175        | 0.240        |

|             |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|
| 3           | 13.89 | 0.279 | 0.254 |
| 4           | 16.67 | 0.412 | 0.247 |
| Rata - rata |       | 0.252 | 0.244 |

#### 4. KESIMPULAN

Koefisien *drag* pada desain mobil Jayabaya 2.0 mengalami penurunan hanya pada beberapa titik kecepatan dibandingkan dengan mobil Jayabaya 1.0, yaitu pada kecepatan 13.89 m/s (50 Km/h) terjadi penurunan koefisien *drag* sebesar 8.90 % dari 0,279 menjadi 0,254, kecepatan 16.67 m/s (60 Km/h) terjadi penurunan yang signifikan yakni sebesar 40.04 % dari 0,412 menjadi 0,247. Akan tetapi pada kecepatan 8.33 m/s (30 Km/h) terjadi peningkatan sebesar 39.57%, sedangkan pada kecepatan 11.11 m/s (40 Km/h) terjadi peningkatan sebesar 27.08 %. Dari hasil tersebut dapat kita tarik kesimpulan bahwa meskipun pada kecepatan rendah koefisien *drag* pada Jayabaya 2.0 lebih tinggi dari Jayabaya 1.0, akan tetapi pada kecepatan 13,89 m/s dan 16,67 m/s lebih rendah dari Jayabaya 1.0 dan hasil rata-rata dari empat variasi kecepatan Jayabaya 2.0 lebih unggul yakni 0,244 dibanding dengan Jayabaya 1.0 yakni 0.252. Seperti yang kita tau bahwa semakin rendah angka koefisien *drag*, maka tingkat aerodinamikanya juga semakin baik sehingga beban yang menghambat laju kendaraan semakin berkurang dan kendaraan lebih hemat bahan bakar.

#### 5. SARAN

1. Untuk penelitian berbasis CFD (*computational fluid dynamic*) alangkah baiknya menggunakan perangkat lunak dengan versi yang paling baru.
2. Kemampuan perangkat keras sangat berperan penting dalam menunjang proses simulasi. Semakin baik perangkat keras akan semakin baik pula dalam kecepatan simulasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, "Indonesia Energy Out Look 2019," J. Chem. Inf. Model., vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [2] KMHE, "Petunjuk Pelaksanaan Kontes Mobil Hemat Energi," 2020, [Online]. Available: <https://kmhe2020.ui.ac.id/juklak-kmhe-2020/>.
- [3] N. A. Hidayati, F. Setiaji, M. Yaqin, D. M. Ulfa, and M. A. Choiron, "Analisis aerodinamis pada variasi bentuk ekor desain bodi mobil hemat energi," J. Energi Dan Manufaktur, vol. 10, no. 2, pp. 66–70, 2018.

[4] J. T. Mesin, "LAPORAN DESAIN KENDARAAN KONTES MOBIL HEMAT ENERGI TAHUN 2020 ' JAYABAYA PROTOTYPE ' Oleh : Tim Jayabaya," 2020.

[5] I. Hadjar, "Regresi Logistik," Phenom. J. Pendidik. MIPA, 2018.

[6] J. W. Creswell, "Research Design: Qualitative, QuCreswell, J. W. (2014). . Research design Qualitative quantitative and mixed methods approaches. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2antitative>," Res. Des. Qual. Quant. Mix. methods approaches, 2014.