Simulasi Aliran Fluida Melintasi *Up-Side Body* Mobil Mitshubisi Xpander dengan Variasi Posisi Penempatan *Vortex* Generator Jenis *Sharkfin* Menggunakan CFD

Syamsuri[1], Imam Muslim[2], Nathanael[3], dan Zain Lillahulhaq[4]
Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1-4]
e-mail: syamsuri@itats.ac.id [1], zain@itats.ac.id[4]

ABSTRACT

This research discusses the characteristics of an external flow that passes through a car. Cars have specific aerodynamic characteristics. With a vortex generator added to the upper body of the car, and functions as a balancer and as a breaker for the air flow across the car. The aim is that cars on the highway can go fast and free from air resistance. So it is important to know the drag force (FD) so that you can increase acceleration and reduce fuel consumption. The research was carried out using the Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation method. The simulation model uses the Mitsubishi Xpander car. Variations in the position of the vortex generator (a. Front b. Middle c. Combination of front & back). Speed variations (40 km/h, 60 km/h, 100 km/h) are simulated for each variation in the position of the vortex generator. The simulation results show the best performance of the sharkfin-vortex generator at a speed of 100 km/h (27.78 m/s) on the top front of the car with values of Cd (0.501), Cl (-4.0667).

Keywords: *Vortex generator, Sharkfin, Drag force*

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang karakteristik sebuah aliran eksternal yang melintasi mobil. Mobil memiliki karakteristik aerodinamik yang spesifik. Dengan sebuah vortex generator ditambahkan pada sisi body atas mobil, dan berfungsi sebagai penyeimbang dan sebagai pemecah aliran udara yang melintasi mobil. Bertujuan mobil dijalan raya bisa melaju dengan kencang dan bebas dari hambatan udara. Sehingga penting untuk mengetahui gaya hambat (FD) sehingga dapat meningkatkan akselerasi dan mengurangi konsumsi bahan bakar. Penelitian dilakukan dengan metode simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD). Model simulasi menggunakan mobil mitshubishi Xpander. Variasi posisi penempatan vortex generator (a. Depan b. Tengah c. Kombinasi depan & belakang) . Variasi kecepatan (40 km/h, 60 km/h, 100 km/h) yang disimulasikan pada setiap variasi posisi vortex generator. Hasil simulasi menunjukkan performa terbaik sharkfin-vortex generator pada kecepatan 100 km/h (27,78 m/s) pada bagian depan atas mobil dengan harga Cd (0,501), Cl (-4,0667).

Kata kunci: Vortex generator, Sharkfin, Drag force

PENDAHULUAN

Dampak arus lalu lintas terhadap peningkatan konsumsi bahan bakar di lingkungan perkotaan telah diteliti oleh peneliti [1]. Mobilitas perkotaan yang berkelanjutan terus menerus telah diidentifikasi sebagai salah satunya tantangan utama di masa depan. Untuk mengatasi hal tsb memerlukan peralihan dari ketergantungan pada pekerjaan tunggal, kendaraan berbahan bakar fosil melalui kombinasi pengembangan solusi2 baru/teknologi baru di terapkan dan terjadi perubahan dalam perjalanan sehari-hari masyarakat, oleh karena itu perlu menciptakan solusi untuk lalu lintas yang ada. Dari penelitian dapat diketahui bahwa arus jalan lalu lintas mempunyai dampak yang sangat besar terhadap bahan bakar konsumsi, dan akibatnya juga pada jumlah partikel PM10. Dalam kasus jalan Mariborska do Celje, dengan 14 lampu lalu lintas pada jarak 3,2 km dan demikian 14 kemungkinan pengaturan perjalanan pada rute tersebut, itu dapat disimpulkan bahwa, paling banter, 2,8 juta liter bahan bakar dikonsumsi dan, paling buruk, 4,4 juta liter. Itu selisihnya adalah 1,6 juta liter bahan bakar, yang sesuai dengan harganya sebesar 1,2 euro/liter mewakili cca 2 juta euro. Ini penghematan uang secara langsung, meskipun hanya berkaitan dengan bahan bakar konsumsi. Tentu saja, terjadi kenaikan biaya karena penggunaan ban, rem dan kerusakan yang disebabkan oleh guncangan umum powertrain mobil sebagai hasil start dan pengereman juga harus dipertimbangkan..Disisi lain desain aerodinamik desain juga mempengaruhi gaya hambat yang selanjut berpengaruh juga terhadap kossumsi bahan bakar.

Pesatnya kenaikan harga bahan bakar dan regulasi terkait gas rumah kaca untuk mengendalikan pemanasan global memberikan tekanan yang luar biasa pada insinyur desain untuk menyempurnakan desain kendaraan

saat ini menggunakan konsep aerodinamis untuk menyempurnakan efisiensi kendaraan nya [2]. Konsumsi bahan bakar karena gaya hambat aerodinamis kendaraan mengkonsumsi lebih dari separuh energi kendaraan. Oleh karena itu, program pengurangan hambatan adalah salah satu yang paling banyak dilakukan dengan pendekatan yang menarik untuk mengatasi masalah ini. Drag aerodinamis terdiri dari dua komponen utama: drag karena gesekan dan drag karena disebabkan tekanan lokal. Drag tekanan menyumbang lebih dari 80% hambatan total dan drag ini sangat bergantung pada geometri kendaraan karena terpisahnya aliran pada lapisan batas permukaan bagian belakang dan pembentukan daerah wake/daerah bertekanan rendah di belakang kendaraan. Lokasi dari separasi/terpisahnya aliran menentukan luasan daerah wake dan sebagai konsekwensinya, menentukan gaya hambat aerodinamis. Menurut peneliti [3], hambatan aerodinamis suatu kendaraan bertanggung jawab atas sebagian besarnya konsumsi bahan bakar kendaraan tersebut dan menyumbang hingga 50% dari total konsumsi bahan bakar kendaraan pada kecepatan jalan raya. Pengurangan drag aerodinamis menawarkan solusi yang murah untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dan dengan demikian optimalisasi bentuk yg terbaik agar drag nya rendah menjadi bagian penting dari keseluruhan proses desain kendaraan [3]. Telah ditemukan bahwa 40% dari gaya drag adalah terkonsentrasi di bagian belakang geometri [4]. Penelitian tentang penggunaan sirip hiu yang dipasang pada bagian belakang kendaraan bermotor roda 4 dalam rangka untuk memecah aliran sehingga kendaraan dapat dengan mudah melaju kencang masih belum banyak dilakukan. Beberapa metode yang sering digunakan untuk menyelesaikan kasus ini antara metode eksperimen dan metode simulasi numerik dengan Computational Fluid Dynamics (CFD). Penelitian kali ini menggunakan metode CFD karena memiliki beberapa kelebihan.

TINJAUAN PUSTAKA

Aerodinamika mobil menjadi aspek yang sangat diperhatikan dalam desain bodi mobil, sehingga mobil yang dihasilkan dapat mengoptimalkan engine power untuk menjadi daya dorong dan traksi mobil, hemat bahan bakar serta terjaminnya stabilitas mobil, semakin cepat jalanya mobil, hemat bahan bakar secara umum akan meningkatkan gaya aerodinamika yang terjadi pada mobil meliputi gaya hambat (*drag force*) aerodinami, atau gaya angkat (*lift force*) dan gaya samping (*side force*) aerodinamik. Bagian depan mobil merupakan bagian bodi mobil yang sangat menentukan besarnya gaya hambat (drag force), dan demikian pula juga bagian atap mobil dapat diperbaiki aerodinamikanya dengan mendesain khususnya berbentuk konvex atau bisa ditambahkan dengan variasi sirip hiu (*shark fin*) agar memudahkan aliran udara bisa mengalir melintasi body mobil dengan mudah kebelakang.

Stabilitas mobil juga sangat ditentukan oleh gaya yang terjadi pada bagian belakang mobil, maka dibuat lebih lancip bahkan dipasang spoiler juga dipasang sayap (*wing*) dan juga tambahan aksesoris sirip hiu, sehingga semakin cepat mobil gaya angkat yang timbul dan pusaran atau turbulensi (*vortex*) dapat dieliminir. Reduksi drag pada bagian samping (*convexity*). Bagian bawah mobil juga meningkatkan nilai drag pada mobil. Reduksi drag dapat dilakukan dengan cara mempersempit dan memperluas bagian bawah mobil.

Gaya drag dapat di reduksi dan dieliminasi implikasi-implikasinya dengan cara memodifikasi geometri. Dengan memodifikasi atau mendesain ulang geometri diharapkan mampu menghasilkan gaya hambat (*drag*) yang semakin kecil sehingga penggunaan bahan bakar dapat diminimalisir. Banyak penelitihan telah dilakukan untuk mendapatkan desain optimal. Namun, sampai saat ini para peneliti belum mampu menemukan solusi yang tepat untuk mendiagnosa dan mensintesa struktur aliran, sehingga dilakukan pengujian langsung melalui eksperimen. Proses validasi hasil-hasil eksperimen. Kajian computational fluid dynamics disertakan dengan model turbulen dan properties yang tepat. Diharapkan studi CFD dapat memprediksi pola aliran dengan tepat dan sesuai hasil studi kasus eksperimen.

Aerodinamika

Bentuk aerodinamika mobil sangat berpengaruh pada kecepatan mobil dan mengurangi drag dengan membuat aliran udara yang melalui bodi mobil dapat diarahkan dengan sebaik mungkin. Seiring berjalanya waktu dan berkembangnya ilmu pengetahuan terutama tentang aerodinamika maka bentuk dari streamline mobil terus berkembang dan kemudian dirancang seefektif mungkin.

ISSN 2775-5630

Pengembangan aerodinamis dilakukan oleh individu dan oleh sebagaiaan orang datang dari luar industri mobil untuk berusaha bertujuan membawa lebih dari prinsip-prinsip dasar dari aerodinamis pada pesawat untuk dikembangkan pada mobil. Kemudian selama dua periode perkembangan aerodinamis diambil alih oleh perusahaan mobil dan diintegrasikan dalam perkembangan produk. Sebagai contoh penelitian tentang aerodinamika pada desain mobil untuk mengurangi hambatan angin yang telah dilakukan peneliti [2].

Metode Komputasi Fluida (*Computational Fluid Dynamics*)

Metode komputasi fluida merupakan suatu metode untuk menganalisis sistem yang melibatkan aliran fluida, yang mencakup sebagian dari aspek perpindahan panas dan fenomena terkait seperti reaksi kimia melalui simulasi berbasis komputer. Menyatakan bahwa simulasi CFD memberikan solusi dengan kesalahan atau ketidakpastian dalam hasil. Ketidakakuratan terjadi karena simulasi menggunakan pendekatan sistem kontinyu dan terbatas.

Metode Numeric

Metode elemen hingga merupakan salah satu metode numeric yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan struktur dari aliran fluida, tempratur dan gelombang elektromagnetik. Dalam metode ini, permasalahan yang rumit diselesaikan dengan menggunakan pendekatan. Metode ini membagi daerah menjadi elemen-elemen kecil yang bisa disebut dengan cell dan digunakan sebagai pendekatan kondisi sebenarnya. Pendekatan seperti ini disebut dengan cell yang mendefinisikan variable dari titik tertentu.

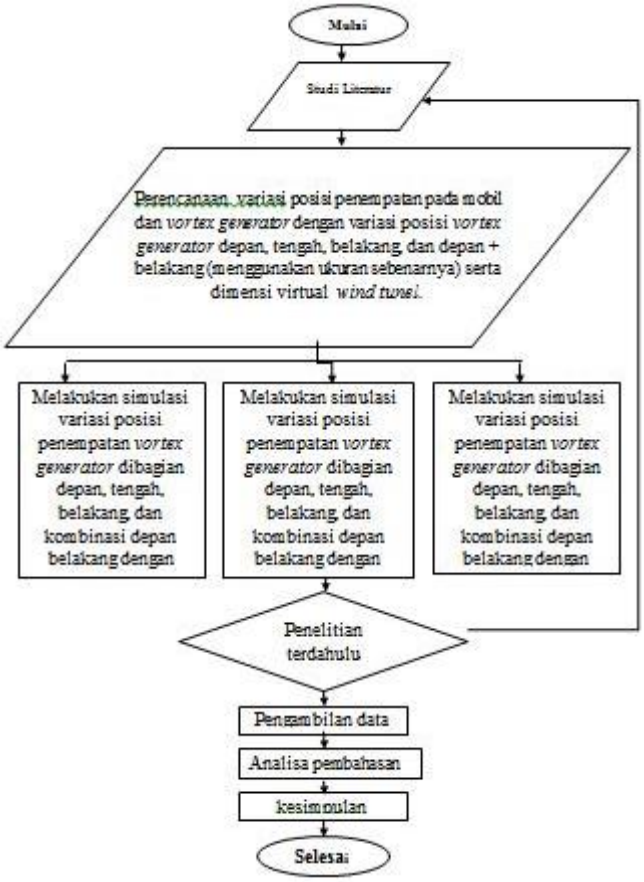
CFD

Fluent adalah salah satu bentuk jenis program CFD yang menggunakan metode volume hingga (finite volume). Fluent menyediakan fleksibilitas mesh yang lengkap, sehingga dapat menyelesaikan kasus aliran fluida dengan mesh (grid) yang tidak terstruktur sekalipun dengan cara yang relatif mudah. Jenis mesh yang digunakan oleh fluent adalah tipe 2D (two-dimension) tetrahedral-hexahedral-pyramid-wedge, dan meshing campuran (hybrid).

Fluent juga memungkinkan penggunaanya untuk memperhalus atau memperbesar mesh yang sudah ada. Beberapa kelebihan fluent yaitu mudah untuk digunakan (model yang realistik), tersedia bagian pilihan solver, diskritasi atau meshing model yang efisien (dalam gambit), cepat dalam penyajian hasil (bisa dengan paralel komputer), serta visualisasi yang mudah untuk dipahami.

ISSN 2775-5630

METODE



Gambar 1. Diagram alir Penelitian.



Gambar 2. Vortex generators penempatan posisi depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi merupakan tahapan untuk memperoleh gambaran apakah model telah sesuai dengan hasil yang maksimal. Langkah validasi dilakukan untuk mengetahui dan meyakinkan bahwa hasil yang diperoleh adalah benar dikarena hasil di bandingkan dengan penelitian penelitian sebelumnya.

Simulasi dilakukan sesuai dengan studi sebelumnya oleh Huminic Angel and Gabriela Huminic (2009) yaitu, pada kecepatan 120 km/h (33,3 m/s) dan pada bilangan reynolds Re ≈ 106. Adapun sifat fluida yang digunakan pada pengaturan fluent (default):

- Jenis fluida adalah udara
- ρ = 1,225 kg/m3
- μ = 1,7894 x 10-5 kg/m.s

ISSN 2775-5630

- Temperatur udara = 15˚
- Tekanan 1 atm.

Tabel 1. Perbandingan nilai Cd dengan hasil eksperimen pada jurnal

No.	Identitas	Cd
1.	Eksperimen model SUV tanpa sharkfin oleh peneliti, *Huminic Angel and Gabriela Huminic* (2009)	0.446
2.	Penelitian tentang simulasi model xpander menyerupai SUV tanpa sharkfin	0.430
	Error (%)	3,58

Tabel 1 di atas adalah perbandingan hasil penelitian ini dengan hasil peneliti sebelumnya. Dari penelitian ini terlihat bahwa hasil yang diperoleh untuk Cd hampir sama, dimana error adalah sekita 3,58% ini menunjukkan bahwa proses/langkah yang dilakukan sudah benar.

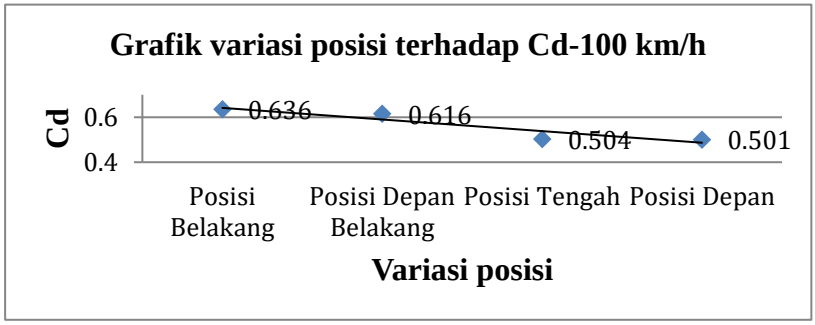
Pengaruh variasi posisi terhadap *coefficient drag* (Cd) – 100 km/h

Pada kasus ini, kecepatan aliran udara sebesar 100 km/h (11,1 m/s) dengan variasi posisi *vortex generator* jenis *sharkfin* posisi depan, posisi tengah, posisi belakang dan kombinasi depan belakang. Pada kasus ini akan di tampilkan nilai Cd hasil simulasi kecepatan 100 km/h.

Tabel 2. Nilai Cd hasil simulasi 100 km/h (27,78 m/s) dengan variasi posisi

No	Posisi Pengukuran	Cd
1	Posisi Belakang	0.636
2	Posisi Depan Belakang	0.616
3	Posisi Tengah	0.504
4	Posisi Depan	0.501

Dari Tabel 2. dapat dibuat grafik nilai Cd terhadap variasi posisi pada simulasi dengan kecepatan 100 km/h (27,78 m/s).

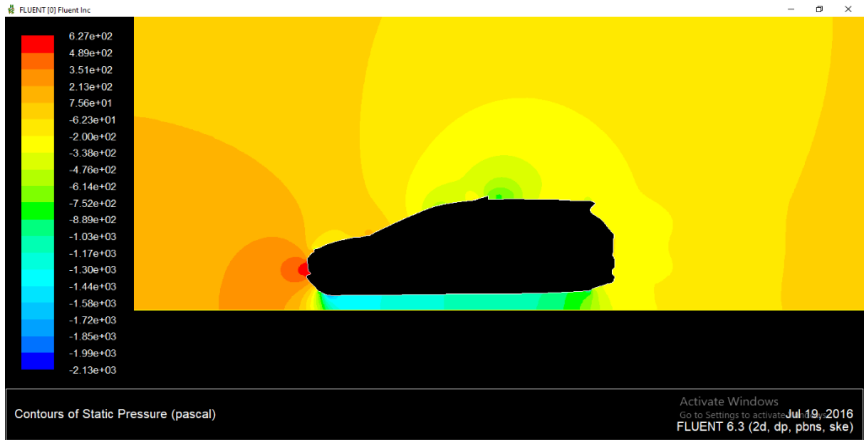


Gambar 3. Variasi posisi terhadap Cd pada kecepatan 100 km/h

Gambar 3 menunjukkan pengaruh variasi posisi *sharkfin* terhadap C_d pada kecepatan 100 km/h. Pada gambar tersebut terlihat bahwa pemasangan pada posisi depan memiliki harga Cd yang paling kecil dibandingan yang lain.

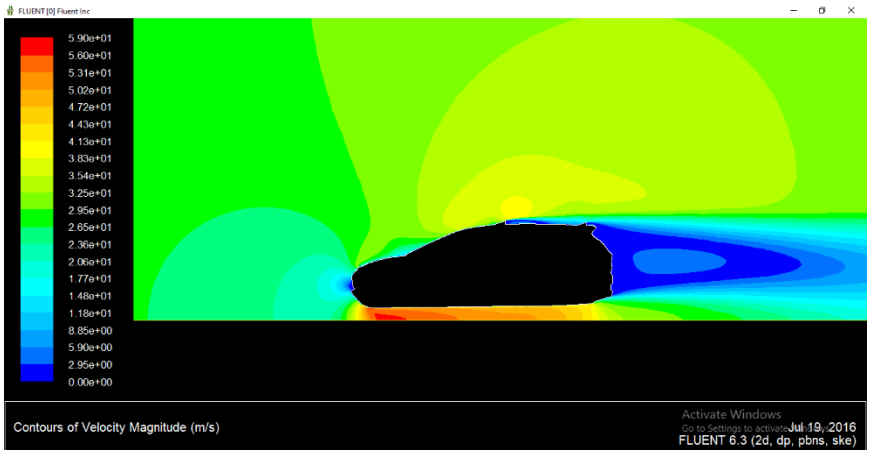
Coefficient drag (C_d) kecil menunjukkan hambatan angin menjadi lebih rendah dan konsumsi bensin lebih sedikit. Hal ini disebabkan akhir dari separasi aliran setelah melewati *sharkfin* jatuh tepat dibelakang mobil.

ISSN 2775-5630



Gambar 4. Kontur tekanan pada mobil dengan variasi posisi vortex generator belakang dengan kombinasi depan.

Gambar 4 di atas adalah kontur tekanan belakang mobil dengan variasi posisi pemasangan *sharkfin* pada kecepatan 100 km/h. Pada gambar tersebut terlihat memiliki distribusi tekanan paling rendah dengan luasan menutupi seluruh domain simulasi dibandingkan dengan dimensi yang lain. Hal ini lah yang menyebabkan C_d dari pemasangan posisi depan lebih kecil dari variasi posisi pemasangan yang lain.

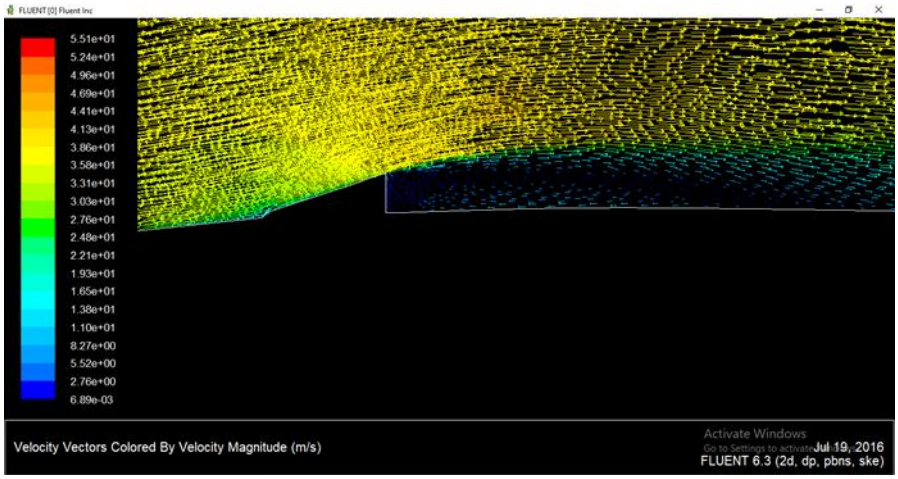


Gambar 5. Kontur kecepatan di belakang mobil dengan variasi posisi vortex generator posisi kombinasi depan.

Pada Gambar 5 diatas secara umum terlihat bahwa kecepatan *magnitude* dibelakang mobil dengan variasi posisi pemasangan depan memiliki kecepatan yang paling tinggi dibandingkan dengan variasi posisi *sharkfin* yang lainnya.

Streamline

Streamline merupakan gambar jejak aliran, disini terlihat aliran bergerak mengikuti bentuk mobil. *Streamline* ditampilkan di dekat *vortex generator*, menunjukkan fenomena lokal *vortex*. Pada sub-bab ini hanya menampilkan *streamline vortex generator* dengan variasi posisi *vortex generator* pada bagian depan mobil dengan kecepatan yang bervariasi.



Gambar 6. *Streamline* di dekat *vortex generator* kecepatan 100 km/h.

Secara umum kecepatan 100 km/h bahwa struktur aliran terlihat lebih acak dan sudah menunjukkan bahwa aliran turbulen. Kecepatan aliran yang lebih besar untuk kecepatan yang berbeda dengan dimensi yang sama aliran cenderung turbulen sehingga hambatannya lebih besar daripada kecepatan yang lain.

Force Drag (Fd)

Force drag atau gaya hambat dapat di hitung dari C_d yang sudah di dapatkan pada sub bab 4.2. Perhitungan *force drag* di fokuskan pada variasi posisi depan pada berbagai variasi kecepatan menghitung gaya hambat (F_d) dari variasi posisi depan dengan kecepatan 40 km/h sebagai berikut.

$$Fd = Cd\ \frac{1}{2}\ \rho\ A\ v^2 \qquad (1)$$

$$Fd = 0{,}540\ .\frac{1}{2}\ .\ 1{,}223\ .\ 3{,}15\ .\ 11{,}1^2$$

$$Fd = 128{,}15\ N$$

Tabel 3. Nilai F_d pada variasi posisi depan dengan berbagai kecepatan

No.	Identitas	Cd	Fd
1	Posisi Depan – 40 km/h (11,1)	0,540	128,15
2	Posisi Depan – 60 km/h (16,67)	0,520	278,34
3	Posisi Depan – 100 km/h (27,78)	0,501	744,74

Tabel 3 adalah tabel hubungan antara variasi kecepatan pada posisi yang sama. Secara umum, terlihat bahwa kecepatan yang paling tinggi memiliki gaya hambat paling besar. Hal ini sesuai dengan teori aerodinamika khususnya terkait gaya hambat yang di rumuskan sebagai berikut

$$Fd = Cd\ \frac{1}{2}\ \rho\ A\ v^2 \qquad (2)$$

***Coefficient Lift* (C_l)**

Coefficient lift dicari untuk melihat stabilitas sebuah kendaraan setelah di pasang *vortex generator* pada posisi depan dengan variasi kecepatan.

Tabel 4. Nilai coefficient lift

No.	Identitas	Cl
1	Kecepatan 40 km/h	-3,6381
2	Kecepatan 60 km/h	-3,8468
3	Kecepatan 100 km/h	-4,0667

Terhadap *coeffisient lift* (C_l) untuk posisi pemasangan di depan. Pada Tabel 4 tersebut secara umum terlihat bahwa semakin besar kecepatan aliran fluida yang melintasi bodi mobil maka semakin kecil gaya C_l. Hal ini disebabkan variasi pemasangan posisi di depan menyebabkan gaya angkat dari mobil tersebut, yang artinya kondisi mobil lebih stabil saat terpasang *vortex generator* jenis *sharkfin.*

Lift Force (Fl)

Lift force atau gaya angkat dapat di hitung dari Cl yang sudah di dapatkan pada sub bab 4.6. Perhitungan *lift force* di fokuskan pada variasi pemasangan posisi depan pada berbagai variasi kecepatan. Berikut adalah persamaan untuk mencari *lift force* (Fl). Menghitung gaya hambat (Fl) dari variasi pemasangan posisi depan dengan kecepatan 40 km/h sebagai berikut.

$$Fl = Cl\ \frac{1}{2}\ \rho\ A\ v^2 \qquad (3)$$

$$Fl = 3{,}6381\ .\frac{1}{2}\ .1{,}223\ .\ 3{,}15\ .11{,}1^2$$

$$Fl = 1173{,}12\ N$$

Tabel 5. Nilai Fl pada pemasangan posisi depan dengan berbagai kecepatan

No.	Identitas	Cl	Fl
1	Ratio 1:3 – 40 km/h (11,1)	-3,6381	-863,43
2	Ratio 1:3 – 60 km/h (16,67)	-3,8468	-2059,10
3	Ratio 1:3 – 100 km/h (27,78)	-4,0667	-6045,24

Tabel 5 Adalah tabel hubungan antara variasi kecepatan pada dimensi/letak sharkfin yang sama. Secara umum, terlihat bahwa kecepatan yang paling tinggi memiliki gaya angkat paling besar. Namun gaya angkat memiliki harga yang minus (-) yang mana ini menunjukkan bahwa fluida angin menekan ke mobil ke bawahi.

KESIMPULAN

Dalam analisa data hasil simulasi aliran fluida melintasi bodi mobil Mitsubishi Xpander dengan variasi posisi pemasangan *sharkfin-vortex generator* (depan, tengah, belakang, dan kombinasi depan belakang) pada kecepatan yang bervariasi (40 km/h, 60 km/h, 100 km/h). Maka dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Harga *coeffisient drag* yang muncul dari hasil simulasi variasi posisi pemasangan *sharkfin-vortex generator* menunjukkan bahwa posisi depan memiliki harga C_d yang kecil dibandingkan variasi pemasangan posisi yang lain.
2. Secara umum terlihat bahwa pada kecepatan 100 km/h struktur aliran (*streamline*) didekat *vortex generator* terlihat lebih acak yang meenunjukan bahwa aliranya adalah turbulen.
3. Hasil simulasi dengan bertambahnya kecepatan maka gaya hambatnya semakin besar. Untuk variasi posisi pemasangan *vortex generator* pada posisi depan. Sebagai contoh kecepatan 40 km/h memiliki harga f_d (-863,43) sedangkan kecepatan 100 km/h memiliki harga (-4,0667).

SARAN

Adapun saran dari penelitian ini, yaitu.

1. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan untuk memaksimalkan waktu dalam melakukan simulasi dengan menggunakan spesifikasi komputer atau laptop yang dapat mempercepat waktu simulasi.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat memvariasikan bentuk dari *vortex generator* berfungsi untuk menurunkan nilai Cd dan Cl.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Borut Jereb, Samo Kumperščak and Tadej Bratina. The impact of traffic flow on fuel consumption increase in the urban environment. FME Transactions (2018) 46, 278-284.
[2] Krishnani, P. N. (2009) CFD study of drag reduction of a generic sport utility vehicle, *Master's Thesis,* Mechanical Engineering Department, California State University, Sacramento.
[3] Hucho, W. H. and Sovran, G. (1993) Aerodynamics of road vehicles, *Annual Review of Fluid Mechanics,* Vol. 25(1), pp.485-537
[4] Mayer, W., and Wickern, G. (2011) The new audi A6/A7 familyaerodynamic development of different body types on one platform, SAE International Journal of Passenger Cars-Mechanical Systems, Vol. 4(1), pp.197-206
[5] Chainani. A, and Perera. N, (2008) CFD Investigation of airflow on a model radio control race car, WCE 2008, 2-4July, London
[6] Azis, A. H.-i. (2011). Undergranated thesis, mechanical enginering departement, faculty engineering university. *Analisa pengaruh kemiringan kaca belakang mobil terhadap karakteristik Aerodinamis mobil sedan.*
[7] Checko, A. a. (2012). Rajpura. *Study of varios passive drag reduction techniques on exsternal veicle aerodinamics peformance CFD based approach. Vol 06 issue*, India.
[8] H., H. G. (2000). urban Ecosys. *Ultravioletradiation in urban ecosystems with consideration of effects on human health.*, 195-231.
[9] Hu, X. H. (2011). vol. 22. *Influence of different diffuser angel an sedan's Aerodynamics characteristhics, physics procedia.*, 239-245.
[10] Munawar, R. p. (2015). Aplikasi hukum bernoulli . *bernoulli http://rudyprasetia.blogspot.com/2015/12/aplikasi-hukum-bernoulli.html?m=1*.
[11] Shankar, G. G. (2018). Jurnal of appliyed Fluid Mechanics. *experimental and Computation Analisis on Aerodynamics behavior of a car model with vortex generator at differen yaw angles*, 285-295.
[12] Son, K. d. (2004). Chalmers university of technology. *Teori steady dan unsteady aerodinamic*, suweden.