

PENGARUH PENGGUNAAN SPOILER PADA MODEL KENDARAAN SEDAN TERHADAP TEKANAN HISAP DALAM TEROWONGAN ANGIN

Ardiansyah Rahman¹⁾, Ahmad Farid²⁾, Suriansyah³⁾

ABSTRAK

Dalam era modern sekarang ini perkembangan industri otomotif untuk semua jenis kendaraan roda empat yang mulai memadati jalanan kota, dari kendaraan penumpang kecil hingga bus dan truk yang besar, pengurangan tahanan angin (*air drag*) yang ditandai dengan pengurangan koefisien tahanan (*drag Coefficient*) dan peningkatan gaya drag (*drag force*) adalah salah satu cara paling efisien untuk meningkatkan kecepatan kendaraan serta menghemat penggunaan bahan bakar. Dalam dunia desain dan produksi kendaraan saat ini terutama mobil, pengujian koefisien tahanan menjadi salah satu hal penting yang harus dilakukan oleh industri. Kebutuhan informasi koefisien tahanan tersebut menjadi penting dalam usaha rekayasa teknologi untuk memproduksi kendaraan dengan konsumsi bahan bakar yang sehemat mungkin dengan pencapaian kecepatan kendaraan yang seoptimal mungkin.

Pada penelitian ini gaya aerodinamik pada kendaraan Mobil jenis sedan yang dievaluasi dengan melakukan penambahan *spoiler*. Parameter yang dibahas adalah kecepatan serta tekanan aliran udara disekeliling mobil sedan. Pengujian dilakukan dengan empat varian luas penampang yang berbeda yakni spoiler 1 sebesar 0.5 m², spoiler 2 sebesar 0.5 m², spoiler 3 sebesar 0.7 m² dengan empat kali pengulangan di setiap modelnya.

Dari hasil penelitian gaya pada pengujian spoiler 3 dengan luas penampang sebesar 0.7 m² memiliki gaya drag yang paling besar pula yakni 14.216 kg.m/s². Gaya drag kendaraan (F_d) semakin besar, maka menambah daya cengkram pada mobil sedan dan pengendalian unit akan lebih baik. Jika daya cengkram pada ban mobil semakin tinggi, maka hal ini merupakan salah satu cara yang efektif dalam penghematan bahan bakar.

Kata kunci : Aerodinamik, *Coeffisient Of drag*, *Force of Drag*, kecepatan

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Dalam perkembangan industri otomotif untuk semua jenis kendaraan roda empat, dari kendaraan penumpang kecil hingga bus dan truk yang besar, pengurangan tahanan angin (*air drag*) yang ditandai dengan pengurangan koefisien tahanan (*drag Coefisien*) adalah salah satu cara paling efisien untuk meningkatkan kecepatan kendaraan serta menghemat penggunaan bahan bakar. Dalam dunia desain dan produksi kendaraan saat ini terutama mobil, pengujian koefisien tahanan menjadi salah satu hal penting yang harus dilakukan oleh industri. Kebutuhan informasi koefisien tahanan tersebut menjadi penting dalam usaha rekayasa teknologi untuk memproduksi kendaraan dengan konsumsi bahan bakar yang sehemat mungkin dengan pencapaian kecepatan kendaraan yang seoptimal mungkin.

Pengurangan koefisien tahanan (*drag Coefisien*) pada suatu kendaraan merupakan salah satu cara yang cukup efektif untuk menambah kecepatan dari kendaraan tersebut serta menghemat penggunaan bahan bakarnya. Pada penelitian ini gaya aerodinamik pada kendaraan

Mobil jenis sedan yang dievaluasi dengan melakukan penambahan spoiler. Parameter yang dibahas adalah kecepatan serta tekanan aliran udara disekeliling mobil sedan. Dengan demikian diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan spoiler pada model kendaraan sedan terhadap tekanan hisap dalam terowongan angin.

TINJAUAN PUSTAKA

Aerodinamika

Suatu benda yang terbenam dalam fluida yang bergerak, atau sebaliknya benda tersebut bergerak terhadap fluida yang diam, akan mengalami suatu gaya. Gaya-gaya yang bekerja pada benda tersebut sering disebut gaya Aerodinamika. Gaya-gaya Aerodinamika yang bekerja pada benda berasal dari 2 sumber dasar ialah distribusi tekanan dan tegangan geser pada permukaan. Komponen gaya yang searah dengan aliran datang disebut tahanan (*drag*) dan komponen gaya yang tegak lurus terhadap arah aliran datang disebut gaya angkat (*lift*).

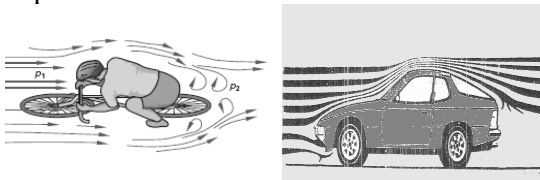
Pertimbangan Aerodinamika adalah penting dalam mendesain sebuah kendaraan, hal ini berhubungan dengan pengurangan koefisien

tahanan (*drag Coefisien*) pada suatu kendaraan yang merupakan salah satu cara yang efektif dalam penghematan bahan bakar. Terdapat 2 prinsip penting dalam mendesain suatu benda dengan tahanan rendah :

- Apabila benda tersebut panjang dan tipis, tahananannya berkaitan dengan friksi. Tahanan ini dapat dikurangi dengan menjaga aliran laminar sebanyak mungkin. Hal ini mengisyaratkan permukaan-permukaan yang halus.
- Apabila bentuk bendanya adalah tumpul, tahananannya (bilangan Reynolds tinggi) terutama tahanan bentuk. Gaya tahanan udara mempunyai arah yang berlawanan dengan arah gerak benda gaya tahanan tersebut akan terasa pengaruhnya jika benda bergerak pada kecepatan tinggi dengan luas permukaan benda yang besar.

Penyebab utama dari timbulnya gaya-gaya aerodinamis pada kendaraan adalah:

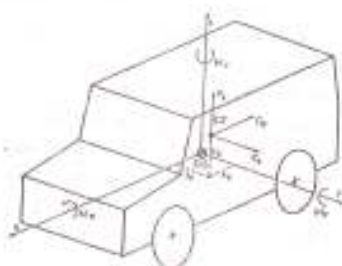
- adanya distribusi tekanan pada permukaan bodi kendaraan yang akan bekerja pada arah normal pada permukaan kendaraan
- adanya distribusi tegangan geser pada permukaan bodi kendaraan yang akan bekerja pada arah tangensial terhadap permukaan kendaraan.



Gambar 1. Gaya Aerodinamis

Apabila distribusi tekanan dan tegangan tersebut diintegrasikan maka :

- gaya angkat aerodinamis (*lift force*),
- gaya hambat aerodinamis (*drag force*)
- gaya samping aerodinamis (*side force*).
- gaya akibat pusaran udara (*turbulence force*)



Gambar 2. Distribusi Tekanan dan tegangan

(*lift, drag dan side force* akan bekerja pada satu titik tekanan /*centre of pressure*)

Hambatan ketika kendaraan berjalan :

1. Hambatan gelinding dari ban
2. Hambatan aerodinamik

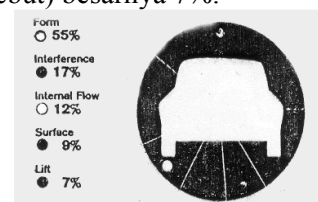
$$H_u = \frac{k \cdot A \cdot V^3}{137} \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

dimana:

- Hu = hambatan Udara (dk)
- k = koefisien hambatan (konstanta=0,00182)
- A = luas efektif penampang kendaraan (m^2)
- V = kecepatan kendaraan (km/jam)

Distribusi hambatan aerodinamik kendaraan :

- form drag (bentuk kendaraan) sebesar 55%.
- Interference drag (interference komponen-komponen yang terpasang pada kendaraan) besarnya 17%.
- Surfacer drag (bermacam-macam sambungan pada permukaan bodi kendaraan) besarnya 12%.
- Lift drag (gaya angkat pada mobil tersebut) besarnya 7%.



Gambar 3. Hambatan Aerodinamik

Gaya aerodinamis dapat dinyatakan sebagai akibat aliran udara pada suatu permukaan dari suatu benda yang bersumber dari distribusi tekanan pada permukaan dan tegangan geser pada permukaan.



$p = p(s)$ = surface pressure distribution,
 $\tau = \tau(s)$ = surface shear distribution

Gambar 4. Gaya-gaya Penyebab Gaya Aerodinamis

Pada setiap titik mengalami perbedaan tekanan yang berbeda tergantung letak titik titik tersebut. Perbedaan ini mengakibatkan terjadinya distribusi tekanan yang berbedabeda pada permukaan sehingga mengakibatkan timbulnya gaya, yang dinamakan gaya aerodinamis. Sumber kedua adalah tegangan geser yang terjadi pada permukaan benda yang berasal dari efek gesekan fluida yang melawan bidang permukaan benda. Resultan distribusi P dan τ_w pada setiap titik pada

permukaan benda menghasilkan gaya R , dimana dapat diuraikan menjadi dua komponen gaya. Komponen-komponen gaya tersebut adalah komponen yang paralel dengan arah kecepatan V , dan komponen yang tegak lurus kecepatan V .

Komponen gaya yang paralel dengan kecepatan bisa dinamakan *drag force* (gaya hambat) dan komponen gaya yang lainnya dinamakan *lift force* (gaya angkat).

Gaya aerodinamis yang terjadi pada benda meliputi *aerodinamics drag*, *aerodinamics lift* dan *aerodinamics side*. Selain menimbulkan ketiga gaya tersebut, gaya aerodinamis juga menimbulkan momen pada benda yang terdiri dari *pitching moment*, *yawing moment*, dan *rolling moment*.

Aerodinamics drag merupakan gaya seret yang bekerja paralel terhadap arah aliran. *Drag force* ini merupakan gaya yang melawan gerak benda. Secara umum *drag force* ini terjadi akibat perbedaan tekanan antara bagian depan dan belakang benda. Besar *aerodinamics drag* dapat ditentukan dengan persamaan :

$$F_{AD} = F_D = 0,5 c_D \rho V^2 \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

Pada mulanya aspek *lift force* tidak terlalu diperhatikan, tetapi dengan semakin pesatnya kemajuan dibidang otomotif dimana kecepatan kendaraan yang semakin tinggi dapat menimbulkan masalah dalam hal stabilitas dan responsif kendaraan. Semakin cepat kendaraan melaju semakin sulit kendaraan dikendalikan.

Salah satu cara untuk mengendalikan stabilitas dan meningkatkan respon kendaraan adalah dengan cara memperkecil *lift force* yang terjadi. Besar *lift force* dapat ditentukan dengan persamaan :

$$F_{AL} = F_L = 0,5 c_L \rho V^2 \dots\dots\dots \text{Persamaan 3}$$

Aerodinamics side force terjadi pada kendaraan karena kendaraan mengalami gaya akibat angin yang membentuk sudut terhadap lintasan kendaraan. Kondisi ini dapat terjadi akibat kendaraan berbelok atau memang karena ada hembusan angin yang membentuk sudut terhadap lintasan kendaraan. Gaya ini dapat mendorong kendaraan ke arah samping sehingga kendaraan akan mengalami *skid* ke samping. Dan apabila *side force* ini bekerja tidak pada titik pusat gravitasi akan menimbulkan *rolling moment* dan *yawing moment* yang berakibat kendaraan akan *rolling* atau *yawing*. Besar *aerodinamics side force* dapat dicari dengan persamaan :

$$F_{AS} = F_S = 0,5 c_s \rho V^2 \dots\dots\dots \text{Persamaan 4}$$

Dimana :

- c_D = koefisien gaya hambat
- c_L = koefisien gaya angkat

- c_s = koefisien gaya samping
- ρ = massa jenis udara, kg/m^3
- A_f = luas frontal, m^2
- V = kecepatan relatif antara kendaraan dengan udara, m/det

Ketiga gaya tersebut di atas bekerja pada titik pusat tekanan, C_p (*centre of pressure*) dan gaya-gaya ini menimbulkan momen aerodinamis akibat adanya jarak atau lengan antara titik pusat tekanan dengan titik pusat gravitasi, CG (*centre of gravity*). Besar momen yang dihasilkan sebagai berikut :

$$M_R = 0,5 \cdot C_R \cdot A_f \cdot \rho \cdot V^2 \cdot I \dots\dots\dots \text{Persamaan 5}$$

$$M_Y = 0,5 \cdot C_Y \cdot A_f \cdot \rho \cdot V^2 \cdot I \dots\dots\dots \text{Persamaan 6}$$

$$M_P = 0,5 \cdot C_P \cdot A_f \cdot \rho \cdot V^2 \cdot I \dots\dots\dots \text{Persamaan 7}$$

dimana :

- M_R = koefisien momen *rolling*
- M_Y = koefisien momen *yawing*
- M_P = koefisien momen *pitching*
- I = panjang karakteristik, m

Coeffisien of drag (cd)

Coeffisien of drag (cd) adalah koefisien hambatan aerodinamik yang dipengaruhi oleh faktor bentuk dan kehalusan permukaan kendaraan cd dari sebuah mobil dapat dianggap sebagai beban aero terhadap gerakan maju. Semakin besar nilai cd maka semakin besar pula hambatan aerodinamiknya. Bentuk bodi kendaraan yang mempunyai nilai cd yang kecil dikatakan sebagai bentuk aerodinamis dimana bentuknya adalah *stream line* yang mengikuti arah aliran udara yang melewati permukaan bodinya. Besarnya nilai cd dapat ditentukan dari percobaan terhadap model kendaraan didalam suatu alat pengujian wind tunnel (terowongan angin).

Cd atau Coefficient of Drag merupakan satuan dari nilai hambatan udara dari suatu benda yang bergerak. Kebanyakan satuan Cd dibuat untuk mengukur nilai hambatan udara kendaraan yang bergerak cepat seperti pesawat, mobil, dan motor. Para desainer kendaraan khususnya kendaraan sport harus memutar otaknya agar memperoleh nilai hambatan yang sekecil mungkin, hal ini dilakukan agar mesin kendaraan tidak perlu mengeluarkan tenaga lebih untuk membelah angin, maka hal itu akan membuat konsumsi BBM menjadi lebih irit. Untuk mobil F1 Cd yang bisa diperoleh sekitar 0,7 sampai 1,1 Cd . Semakin besar kendaraan, maka semakin besar pula nilai hambatan udara.

Berikut adalah rumus untuk menghitung Coefficient of Drag sebuah kendaraan :

$$C_d = \frac{D}{\rho V^2 A / 2} \dots\dots\dots \text{Persamaan 8}$$

Menyempurnakan desain bodi kendaraan

Membulatkan bidang frontal bodi kendaraan baik pada kabin maupun bagian yang menonjol. (penelitian General Motor, mengurangi gaya hambat sebesar 32%.) Menghilangkan atau membulatkan perlengkapan yang menonjol, misal kaca spion. (menghilangkan spion mengurangi gaya hambat 5% dan membulatkan spion mengurangi 1,5%).

Merancang bodi kendaraan yang streamline. Streamline adalah bentuk bodi yang bulat dan lurus, dari kabin sampai pada bodi belakang, menyerupai desain pesawat terbang. Merancang body dengan model perahu (bodi menyempit) yaitu bagian belakang jika dilihat dari atas, secara bertahap akan menyempit saat mendekati area belakang. Ini akan mengurangi area turbulensi di belakangnya yang dihasilkan saat mobil melaju.

Memasang alat bantu yang mendukung

• Air Dam

Bertujuan untuk mempercepat aliran udara di bagian kolong mobil, sehingga aliran udara tersebut bertambah cepat. Berdasarkan prinsip Bernouli maka tekanan ban pada jalan akan semakin besar sehingga kedudukan mobil semakin kokoh.



Gambar 5. Air Dam

• Spoiler (lip)

Komponen ini terletak pada bagian belakang, dipasangkan pada bagian bodi paling belakang (diatas bagasi/ atap mobil belakang) yang bertujuan untuk menampung tekanan gerak udara yang mengalir dari arah depan melalui atas mobil sehingga tekanan udara akan semakin kuat dan menambah daya cengkeram ban dan pengendalian akan lebih enak dan mantap.



Gambar 6. Spoiler (lip)

• Sayap (wing)

Pemasangan sayap bertujuan untuk memperbaiki aliran udara saat akan meninggalkan bodi kendaraan sehingga efek dari turbulensi udara dibelakang bodi dapat dicegah. Keistimewaan sayap ini bisa di atur sehingga dapat menimbulkan efek negative lift (gaya tekan kebawah) maupun positif lift (gaya angkat keatas) saat kendaraan melaju.

• Side skirts

Tujuan dari side skirts ini adalah untuk mencegah masuknya udara ke area bertekanan rendah yang umumnya tercipta di bagian bawah mobil. Hal ini akan menaikkan daya lekat bagian bawah mobil (*under-car suction*).

• Splitter

Splitter (pemisah) yang berguna untuk menangkap udara yang datang dari bagian depan mobil dan mencegah udara memasuki bagian bawah. Udara dipaksa untuk mengalir ke atas dan melewati bagian atas atau bagian samping mobil.

• Aliran Udara Di Bagian Bawah

Mobil yang memiliki bagian bawah rata/mulus akan mendapat keuntungan dari daerah *underbody* yang bertekanan rendah, yang mampu mereduksi *lift*

Beberapa asesoris tambahan yang akan dipasang pada *sedan*, antara lain :

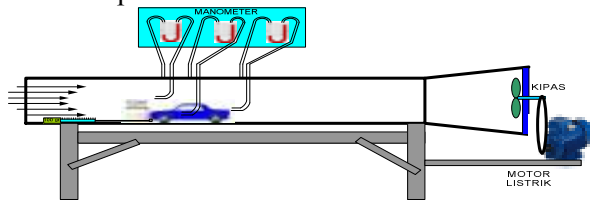
1. *Air dam*, merupakan asesoris yang diletakkan di bagian depan bawah kendaraan. Konstruksinya bisa menyatu dengan bodi atau desain terakhir menyatu dengan bumper. Fungsinya sebagai pembendung atau penahan aliran udara.
2. *Side air dam* dipasang pada bagian bawah sisi kendaraan di antara kedua *wheel base*. Sama dengan air dam, *side air dam* berfungsi sebagai penahan aliran udara.
3. *Spoiler*, dipasang dibagian atas belakang kendaraan, sesuai dengan namanya berfungsi sebagai perusak aliran udara.
4. *Negative wing* memiliki fungsi sebagai peralatan yang memberikan gaya angkat negatif.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen, yaitu melakukan pengujian terhadap obyek untuk menghasilkan data mentah berupa coeficien of drag (cd) pada model kendaraan sedan dengan menambahkan Spoiler. Penelitian ini memberikan gambaran secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hubungan antara coeficien of drag (cd) pada model kendaraan sedan dengan menambahkan Spoiler.

Alat Bantu Pengujian

1. Terowongan angin dengan sumber blower dan kipas



Gambar 7. Wind Tunel dan Tabung pitot

Prosedur Percobaan

Proses pengambilan data untuk uji drag adalah sebagai berikut :

- a. Set peralatan Wind Tunel dan pasang beban.
- b. Hidupkan Kipas hisap dan tentukan kecepatan hisapnya.
- c. Catat simpangan pada alat ukur dari berbagai bentuk spoiler serta dengan sedan kondisi tanpa spoiler. Tabulasikan datanya.
- d. Matikan Kipas.

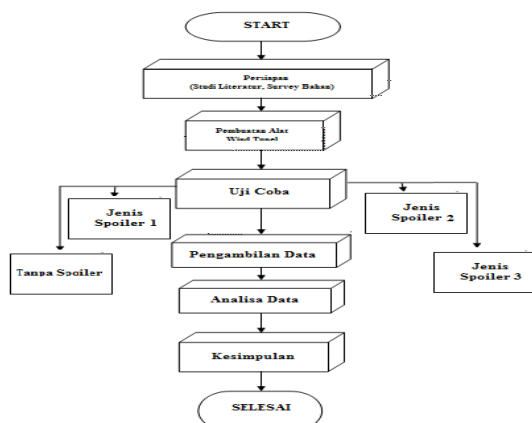
Proses pengambilan data untuk uji pola aliran adalah sebagai berikut :

- a. Pasang pipa pengarah asap pada lantai terowongan, buatlah asap dan stabilkan.
- b. Hidupkan kipas dan rekam aliran asap yang melalui model mobil selama 5 menit.
- c. Ulangi proses untuk model spoiler yang lain.
- d. Ubah data video menjadi data gambar dengan cara sebagaimana dijelaskan pada modul visualisasi aliran fluida.

Variabel yang diteliti yaitu

1. Variabel bebas yaitu Kecepatan Angin (m/s), Beban (gr).
2. Variabel terikat yaitu Jenis Spoiler dan Simpangan pada Manometer (ΔH)

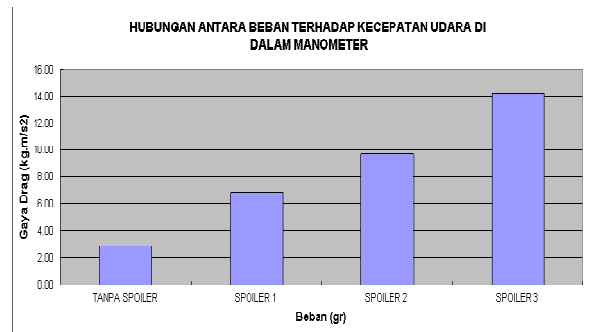
Diagram Alir Penelitian



Gambar 8. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Hubungan Antara Beban Terhadap Kecepatan Udara di dalam manometer

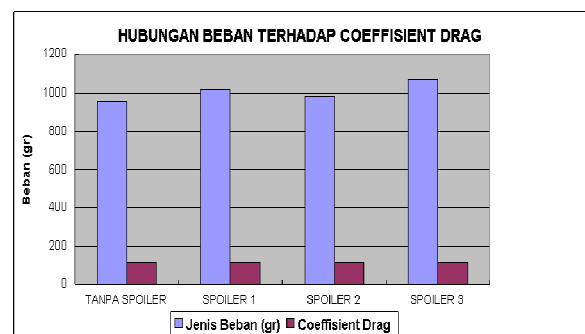


Gambar 9. Grafik Pengaruh Hubungan Antara beban Terhadap Kecepatan Udara di dalam manometer.

Penjelasan dari grafik diatas yaitu, menjelaskan hubungan antara beban terhadap kecepatan udara di dalam manometer untuk setiap jenis sedan dengan beban yang berbeda. Pada percobaan pertama untuk jenis sedan tanpa spoiler dengan beban berat sebesar 960 gr, gaya drag yang di hasilkan sebesar $2,82 \text{ kg.m/s}^2$. Untuk jenis sedan spoiler 1 dengan beban berat sebesar 1020 gr, gaya drag yang di hasilkan sebesar $6,87 \text{ kg.m/s}^2$. Untuk jenis sedan spoiler 2 dengan berat sebesar 985 gr, gaya drag yang di hasilkan sebesar $9,75 \text{ kg.m/s}^2$. Untuk jenis sedan spoiler 3 dengan beban sebesar 1075 gr. Gaya drag yang dihasilkan sebesar $14,22 \text{ kg.m/s}^2$.

Untuk gaya drag yang dihasilkan pada setiap jenis sedan mempunyai nilai yang berbeda-beda, hal ini di pengaruhi karena perbedaan nilai kecepatan udara di dalam pipa manometer di setiap mobil sedan. Semakin besar kecepatan udara yang di hasilkan maka semakin besar pula gaya drag yang di hasilkan pada setiap jenis sedan.

Pengaruh Hubungan Antara Beban Terhadap Coefisien Drug

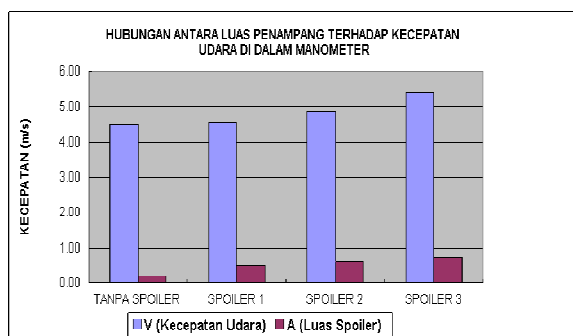


Gambar 10. Grafik Pengaruh Hubungan Antara beban Terhadap Coefisien Drag

Penjelasan dari grafik diatas yaitu, menjelaskan hubungan antara beban terhadap coefisien drag untuk setiap jenis sedan dengan beban yang berbeda. Pada percobaan pertama untuk jenis sedan tanpa spoiler dengan beban berat sebesar 960 gr , koefisien drag yang di hasilkan sebesar 1,15. Untuk jenis sedan spoiler 1 dengan beban berat sebesar 1020 gr, koefisien drag yang di hasilkan sebesar 1,15. untuk jenis sedan spoiler 2 dengan beban berat sebesar 985 gr, coefisien drag yang di hasilkan sebesar 1,15. Untuk jenis sedan spoiler 3 dengan beban sebesar 1075 gr. koefisien drag yang dihasilkan sebesar 1,15.

Hubungan antara beban terhadap koefisien drag menunjukkan tidak ada perubahan terjadinya koefisien drag. Karena nilai koefisien drag pada pengujian pada mobil sedan untuk jenis tanpa spoiler, spoiler1, spoiler2, dan spoiler3 nilainya tetap yakni ($C_d = 1.15$).

Pengaruh hubungan antara luas penampang terhadap kecepatan udara di dalam manometer.

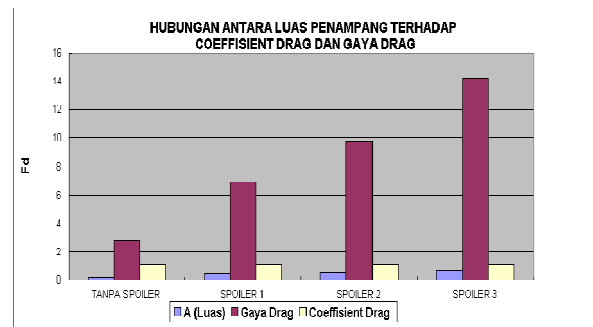


Gambar 11. Grafik Pengaruh Hubungan Antara luas penampang Terhadap Kecepatan Udara di dalam manometer.

Penjelasan dari grafik diatas yaitu, menjelaskan hubungan antara luas penampang terhadap kecepatan udara untuk setiap jenis luas penampang sedan yang berbeda. Pada percobaan pertama untuk jenis sedan tanpa spoiler dengan luas penampang sebesar $0,1 \text{ m}^2$ kecepatan udara yang dihasilkan sebesar $4,51 \text{ m/s}^2$. Untuk jenis sedan spoiler 1 dengan luas penampang sebesar $0,5 \text{ m}^2$ kecepatan udara yang di hasilkan sebesar $4,46 \text{ m/s}^2$. Untuk jenis sedan spoiler 2 dengan luas penampang sebesar $0,6 \text{ m}^2$ kecepatan udara yang di hasilkan sebesar $4,84 \text{ m/s}^2$. Untuk jenis sedan spoiler 3 dengan luas penampang sebesar $0,7 \text{ m}^2$. Pada saat pengujian tanpa spoiler merupakan yang paling rendah nilai kecepatan udaranya sedangkan pengujian spoiler 3 merupakan yang paling tinggi nilainya.

Jadi semakin di tambahnya luas penampang pada spoiler mobil sedan maka semakin tinggi pula nilai elevasi (manometer = mm). Seiring dengan naiknya elevasi di dalam pipa *manometer* maka akan mempengaruhi naiknya kecepatan udara di dalam pipa *manometer*.

Pengaruh Hubungan Antara Luas penampang Terhadap Coefisien Drag dan Gaya Drag

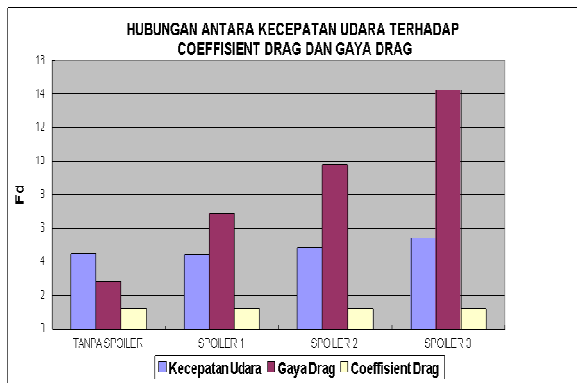


Gambar 12. Grafik Pengaruh Hubungan Antara Luas penampang terhadap koefisien drag dan gaya drag

Penjelasan dari grafik diatas yaitu, menjelaskan hubungan antara luas penampang terhadap koefisien drag dan gaya drag untuk setiap jenis luas penampang sedan yang berbeda. Pada percobaan pertama untuk jenis sedan tanpa spoiler dengan luas penampang sebesar $0,1 \text{ m}^2$ gaya drag yang dihasilkan sebesar $2,82 \text{ m/s}^2$ & koefisien drag yang di hasilkan sebesar 1,15. Untuk jenis sedan spoiler 1 dengan luas penampang sebesar $0,5 \text{ m}^2$ gaya drag yang dihasilkan sebesar $6,87 \text{ m/s}^2$ & koefisien drag yang di hasilkan sebesar 1,15. Untuk jenis sedan spoiler 2 dengan luas penampang sebesar $0,6 \text{ m}^2$ gaya drag yang dihasilkan sebesar $9,74 \text{ m/s}^2$ & koefisien drag yang di hasilkan sebesar 1,15. Untuk jenis sedan spoiler 3 dengan luas penampang sebesar $0,7 \text{ m}^2$ gaya drag yang di hasilkan sebesar $14,21 \text{ m/s}^2$ & koefisien drag yang di hasilkan sebesar 1,15.

Pada saat pengujian tanpa spoiler merupakan yang paling rendah nilai gaya dragnya sebesar $2,82 \text{ kg.m/s}^2$. melainkan pada saat pengujian spoiler 3 yang Merupakan paling tinggi nilai gaya dragnya sebesar 14.216 kg.m/s^2 . Hal tersebut di pengaruhi oleh luas penampang yang berbeda. Semakin meningkat nilai luas penampang maka semakin meningkat pula gaya drag yang dihasilkan. Sedangkan pengaruh luas penampang terhadap koefisien drag ($C_d=1.15$) tidak ada mengalami perubahan. Karena nilai *Coefficient of Drag* pada setiap melakukan pengujian memiliki nilai yang tetap.

Pengaruh Hubungan Antara Kecepatan Terhadap Coefisien Drag dan Gaya Drag.



Gambar 13. Grafik Pengaruh Hubungan Antara Kecepatan Terhadap Coefisien Drag dan Gaya Drag.

Dari grafik di atas menunjukkan untuk jenis sedan tanpa spoiler kecepatan udaranya sebesar 4,51 m/s memiliki gaya drag sebesar 2,82 kg.m/s² dan koefisien drag ($C_d=1.15$). Pada jenis sedan spoiler 1 Untuk kecepatan udaranya 4,46 m/s memiliki gaya drag sebesar 6,87 kg.m/s² dan koefisien drag ($C_d=1.15$), pada jenis sedan spoiler 2 untuk kecepatan udaranya 4,84 m/s memiliki gaya drag sebesar 9,74 kg.m/s² dan koefisien drag ($C_d=1.15$). Pada jenis sedan spoiler 3 Untuk kecepatan udaranya 5,89 m/s memiliki gaya drag sebesar 14,21 kg.m/s² dan koefisien drag ($C_d=1.15$). Pada jenis sedan spoiler 3 memiliki gaya drag tertinggi, hal ini dipengaruhi oleh nilai kecepatan udara. Jadi semakin meningkat nilai kecepatan udara maka akan meningkat pula nilai gaya drag yang dihasilkan.

Pembahasan

Dari pemaparan 5 grafik di atas menunjukkan hubungan antara beban terhadap kecepatan udara dalam pipa ukur, hal tersebut menunjukkan terjadinya kenaikan gaya drag karena dipengaruhi oleh kenaikan beban pada mobil sedan. Hubungan Antara beban terhadap Coefisien Drag, hal tersebut menunjukkan tidak ada perubahan terjadinya koefisien drag yang begitu signifikan untuk setiap jenis spoiler. Hubungan Antara luas penampang Terhadap Kecepatan Udara, hal tersebut menunjukkan kenaikan kecepatan udara karena dipengaruhi oleh kenaikan luas penampang pada spoiler. Hubungan antara luas penampang terhadap Coefisien Drag & Gaya Drag, hal tersebut menunjukkan kenaikan gaya drag karena dipengaruhi oleh kenaikan luas penampang pada spoiler. Hubungan antara

kecepatan terhadap Coefisien Drag & Gaya Drag menunjukkan terjadinya peningkatan gaya drag karena dipengaruhi oleh kenaikan kecepatan udara pada pipa manometer.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian pengaruh pemasangan tail dan front boat pada wind tunnel dapat disimpulkan :

1. Jika luas penampang semakin besar, maka gaya drag akan semakin besar pula. Hal ini ditunjukkan pada pengujian spoiler 3 yang merupakan paling tinggi nilai gaya dragnya sebesar 14.216 kg.m/s² dengan luas penampang 0,7 m²
2. gaya drag kendaraan (F_d) semakin besar, maka menambah daya cengkram pada ban mobil sedan dan pengendalian unit akan lebih baik.
3. Jika Daya cengkram pada ban mobil semakin tinggi, maka hal ini merupakan salah satu cara yang efektif dalam penghematan bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, John D. *Fundamentals of Aerodynamics*. New York : Mc Graw Hill. 1986.
- Apsley, D; *Wind Tunnel; Hidraulic 2*.
- Hollman, JP; Metode Pengukuran Teknik; Penerjemah Ir. E. Jasjfi, M. Sc; Edisi Keempat; Erlangga; Jakarta; 1985.
- Pope, Alan M.S. *Wind Tunnel Testing, 2nd ed*. New York : John Wiley & Sons, Inc. 1961.
- White, Frank M; 1991; Mekanika Fluida; Edisi Kedua; Erlangga; Jakarta; *Wind Tunnel Activities; Tufts University*
- <http://willycar.wordpress.com/2008/12/26/cd-coefficient-of-drag/>
- [http://www.staff.uny.ac.id/~.../Pert%20%25263_Aspek%20Perancangan\(1\)-Aerodinamika.ppt](http://www.staff.uny.ac.id/~.../Pert%20%25263_Aspek%20Perancangan(1)-Aerodinamika.ppt)
- http://en.wikipedia.org/wiki/Drag_coefficient
- http://www.princeton.edu/~asmits/Bicycle_web/Bernoulli.html

