

STUDY EXPERIMENTAL PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN MODEL KENDARAAN SEDAN TERHADAP TEKANAN HISAP DALAM WIND TUNEL

Slamet Rahayu¹⁾, Muhammad Agus Sahbana²⁾, Akhmad Farid³⁾

ABSTRAK

Untuk memenuhi kebutuhan transportasi darat yang semakin meningkat, perkembangan teknologi salah satunya ditandai dengan semakin beragamnya produk kendaraan yang ada di pasaran. Perkembangan ini juga mengarah pada penyempurnaan desain bentuk mobil yang Aerodinamis untuk mengurangi gaya gesek udara yang dapat menambah kestabilan kendaraan saat melaju.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh sudut kemiringan kendaraan sedan manakah yang paling stabil dalam menerima hambatan dari berbagai arah. pengujian dilakukan dengan empat varian sudut yg berbeda yaitu sudut 0°, sudut 5°, sudut 10°, sudut 15° dengan empat kali pengulangan di setiap model nya. Variabel bebas adalah kondisi yang mempengaruhi munculnya suatu gejala. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah kecepatan angin, beban, luasan alat uji. Variabel terikat adalah himpunan sejumlah gejala yang memiliki pula sejumlah aspek atau unsur di dalamnya, yang berfungsi menerima atau menyesuaikan diri dengan kondisi variabel lain. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah besar sudut dan Simpangan pada Manometer (ΔH), koefisien drag (c_d), gaya drag (f_d).

Dari hasil penelitian sudut 0° memiliki *coefisient drag* (c_d) 1,15 menghasilkan gaya *drag* (f_d) sebesar 1,55 kg m/s², untuk sudut 5° memiliki *coefisient drag* (c_d) 1,15 sebesar menghasilkan gaya *drag* (f_d) 6,21 kg m/s², untuk sudut 10° memiliki nilai *coefisient drag* (c_d) 1,15 menghasilkan gaya *drag* (f_d) 11,6 kg m/s². Dan untuk sudut 15° memiliki nilai *coefisient drag* (c_d) 1,15 menghasilkan gaya *drag* (f_d) sebesar 13,97 kg m/s². penelitian ini dapat disimpulkan pengaturan sudut kemiringan berpengaruh terhadap gaya *drag*. semakin besar sudut kemiringan yang dimiliki, maka semakin besar gaya drag yang di dapat.

Kata kunci : wind tunnel, Aerodinamis, Sudut kemiringan, *coefisient drag*, Gaya *drag*.

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 side kirt. Parameter yang dibahas adalah kecepatan serta tekanan aliran udara disekeliling mobil sedan.

Untuk dapat memahami akan peningkatan pola pikir tersebut perlu dilakukan suatu pengkajian serta penelitian agar kita mengetahui akan kebenaran ilmu pengetahuan dan teknologi yang didukung dengan

sistem komputerisasi yang kita pelajari. Akan tetapi seiring kita melihat kemajuan ilmu dan teknologi yang didukung dengan sistem komputerisasi dalam penelitian tidak didukung disertai dengan komponen uji secara optimal, guna mendapatkan data yang sesuai dengan teori yang nantinya akan dipergunakan alat uji wind tunnel. Dimana data yang dihasilkan selalu ada perbedaan nilai, meskipun perbedaannya tidak terlalu besar. Akan tetapi sedikit banyak sangat berpengaruh terhadap analisa selanjutnya. Walaupun tidak semua komponen pada alat uji coba tidak bekerja secara optimal.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan adalah Untuk mengetahui pengaruh sudut kemiringan kendaraan sedan terhadap tekanan hisap wind tunnel dan besarnya tekanan hisap pada tiap sudut kemiringan.

TINJAUAN PUSTAKA

Aerodinamika

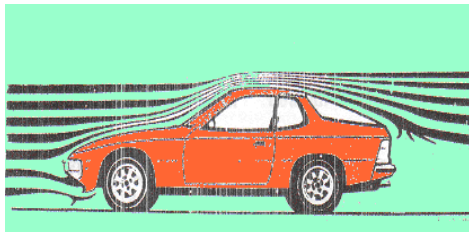
Suatu benda yang terbenam dalam fluida yang bergerak, atau sebaliknya benda tersebut bergerak terhadap fluida yang diam, akan mengalami suatu gaya. Gaya-gaya yang bekerja pada benda tersebut sering disebut gaya Aerodinamika. Gaya-gaya Aerodinamika yang bekerja pada benda berasal dari 2 sumber dasar ialah 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:

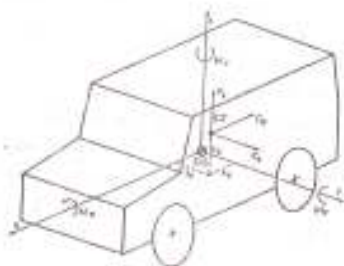
- adanya distribusi tekanan pada permukaan bodi kendaraan yang akan bekerja pada arah normal pada permukaan kendaraan
- adanya distribusi tegangan geser pada permukaan bodi kendaraan yang akan bekerja pada arah tangensial terhadap permukaan kendaraan.



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

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

dimana:

Hu = hambatan Udara (dk)

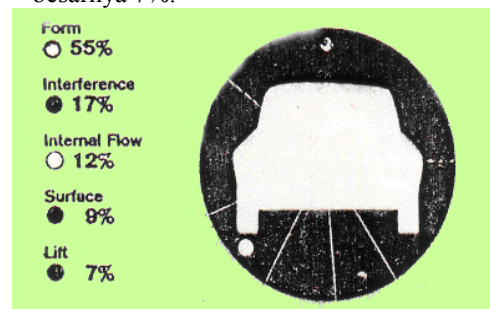
k = koefisien hambatan (konstanta=0,00182)

A = luas efektif penampang kendaraan (m²)

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 erodinamis

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 tw 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 *aerodynamics drag, aerodynamics 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 :

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

Persamaan 2.2.

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 :

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

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 :

$$F_{AS} = F_S = 0,5 c_S \rho V^2 \dots\dots\dots \text{Persamaan 3}$$

Dimana :

c_D = koefisien gaya hambat

c_L = koefisien gaya angkat

c_S = koefisien gaya samping

ρ = massa jenis udara, kg/m³

A_f = luas frontal, m²

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 :

$$M_R = 0,5 \cdot C_R \cdot A_f \cdot \rho \cdot V^2 \cdot I \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.5.}$$

$$M_Y = 0,5 \cdot C_Y \cdot A_f \cdot \rho \cdot V^2 \cdot I \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.6.}$$

$$M_P = 0,5 \cdot C_P \cdot A_f \cdot \rho \cdot V^2 \cdot I \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.7.}$$

dimana :

M_R = koefisien momen *rolling*

M_Y = koefisien momen *yawing*

M_P = koefisien momen *pitching*

I = panjang karakteristik, m

Coeffisien of drag (c_d)

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

C_d atau Coefficient of Drag merupakan satuan dari nilai hambatan udara dari suatu benda yang bergerak. Kebanyakan satuan C_d 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 C_d yang bisa diperoleh sekitar 0,7 sampai 1,1 C_d . Semakin besar kendaraan, maka semakin besar pula nilai hambatan udara. Berikut adalah rumus untuk menghitung Coefficient of Drag sebuah kendaraan :

$$C_d = \frac{D}{\rho V^2 A / 2}$$

.....Persamaan 4

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 cengkram 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.



Gambar 7. Sayap (wing)

- **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

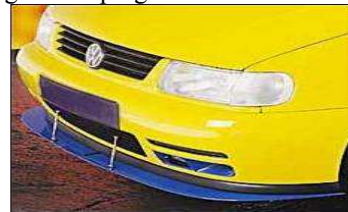
akan menaikkan daya lekat bagian bawah mobil (*under-car suction*).



Gambar 8. Side Skirt

- **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.



Gambar 9. Splitter

- **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*



Gambar 10. Aliran Udara Di Bagian Bawah

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

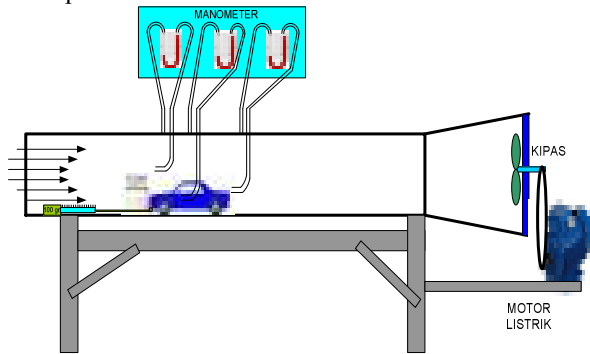
1. *Air dam*, merupakan asesoris yang diletakkan di bagian depan bawah kendaraan. Konstruksinya bisa menyatu dengan bodi atau desain terakhir menyatu dengan bumper. Fungsinya sebagai pembendung atau penahan aliran udara.
2. *Side air dam* dipasang pada bagian bawah sisi kendaraan di antara kedua *wheel 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 pengaruh sudut kemiringan model kendaraan sedan terhadap tekanan hisap dalam wind tunnel. Penelitian ini memberikan gambaran secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hubungan antara sudut kemiringan pada model kendaraan sedan terhadap tekanan hisap dalam wind tunnel.

Alat Bantu Pengujian

1. Terowongan angin dengan sumber blower dan kipas



Gambar 11. Wind Tunnel dan Tabung pitot

Prosedur Percobaan

Proses pengambilan data untuk uji drag adalah sebagai berikut :

- a. Set peralatan Wind Tunnel dan pasang beban.
- b. Hidupkan Kipas hisap dan tentukan kecepatan hisapnya.
- c. Catat simpangan pada alat ukur dari sudut kemiringan model kendaraan sedan. Tabulasikan datanya.
- d. Matikan Kipas.

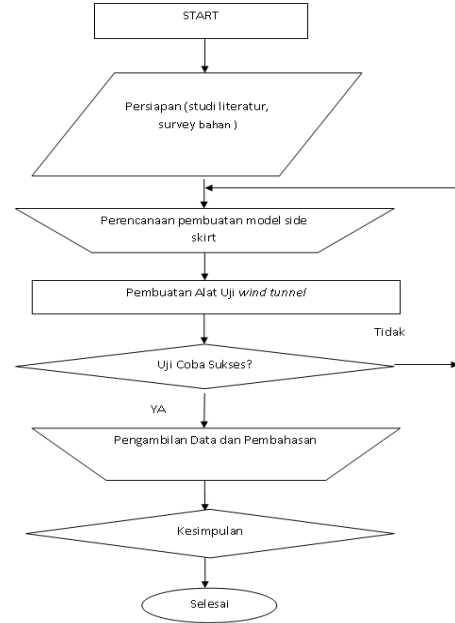
Proses pengambilan data untuk uji pola aliran adalah sebagai berikut :

- 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 sudut kemiringan model kendaraan sedan 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 Sudut Kemiringan, Kecepatan Angin (m/s), Beban (gr).
2. Variabel terikat yaitu model kendaraan sedan dan Simpangan pada Manometer (ΔH) .

Diagram Alir Penelitian

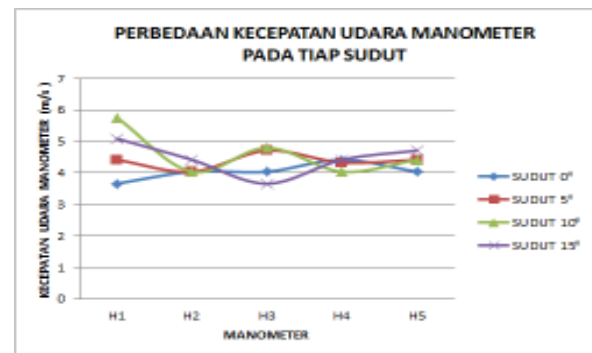


Gambar 12 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian diperoleh data dan dapat dibuat grafik sebagai berikut:

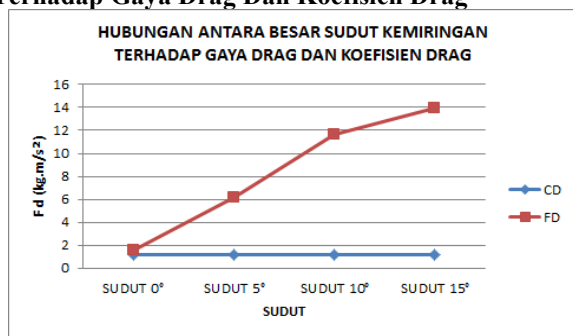
Perbedaan Kecepatan Rata-Rata Udara Manometer Pada Tiap Sudut



Gambar 13. Grafik Perbedaan Kecepatan Rata-Rata Udara Manometer Pada Tiap Sudut.

Pada gambar grafik 4.1 menunjukkan kecepatan tertinggi manometer H1 pada sudut $10^\circ = 5,76$ m/s terendah pada sudut $0^\circ = 3,66$ pada manometer H2 tertinggi pada sudut $15^\circ = 4,42$ m/s terendah pada sudut $5^\circ = 4,04$ pada manometer H3 tertinggi pada sudut $5^\circ = 4,71$ m/s terendah pada sudut $15^\circ = 3,66$ m/s pada manometer H4 tertinggi pada sudut $15^\circ = 4,42$ m/s terendah pada sudut $10^\circ = 4,04$ m/s pada manometer H5 tertinggi pada sudut $15^\circ = 4,71$ m/s terendah pada sudut $0^\circ = 4,04$ m/s.

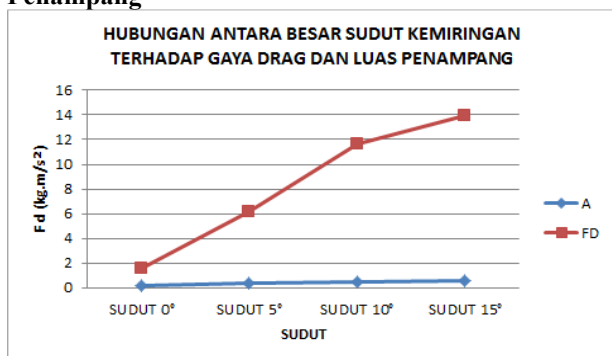
Pengaruh Hubungan Antara Sudut Kemiringan Terhadap Gaya Drag Dan Koefisien Drag



Gambar 14. Grafik Hubungan Antara Besar Sudut Kemiringan Terhadap Gaya Drag Dan Koefisien Drag

Dari grafik hubungan antara besar sudut kemiringan terhadap gaya dan koefisien drag di atas menunjukkan terjadinya gaya drag terbesar pada sudut 15° yaitu 13,97 kg m/s² dibandingkan sudut 10° hanya mempunyai gaya drag sebesar 11,6 kg m/s, ini karena makin besar sudut kemiringan kendaraan maka makin besar gaya gesek nya. Hal ini menjelaskan bahwa dengan koefisien gesek yang tetap (1,15) gaya drag yg bekerja pada kendaraan bisa berubah sesuai sudut kemiringan.

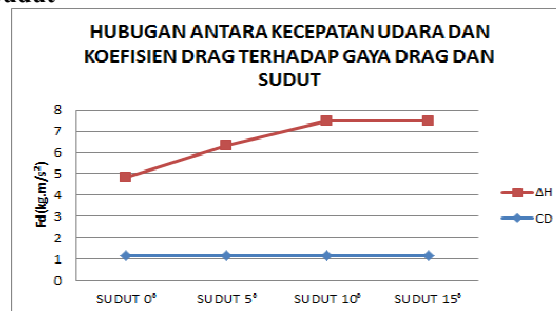
Pengaruh Hubungan Antara Besar Sudut Kemiringan Terhadap Gaya Drag dan Luas Penampang



Gambar 15. Grafik Hubungan Antara Besar Sudut Kemiringan Terhadap Gaya Drag dan Luas Penampang.

Dari grafik hubungan antara besar sudut kemiringan terhadap gaya dan luas penampang di atas menunjukkan luas penampang terbesar pada sudut 0°=0,2m, sudut 5°=0,4m, sudut 10°=0,5m, sudut 15°=0,6. Gaya drag terbesar adalah 13,97kg.m/s² pada sudut 15° dengan luas penampang 13,97kg.m/s². Jika sudut kemiringan semakin besar maka luas penampang, gaya drag dan kecepatan angin pada manometer semakin besar.

Pengaruh Hubungan Antara Kecepatan Udara, Koefisien Drag Terhadap Gaya Drag dan Besar Sudut



Gambar 16. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Udara, Koefisien Drag Terhadap Gaya Drag dan Besar sudut.

Dari grafik hubungan antara kecepatan udara dan koefisien drag terhadap gaya drag dan besar sudut, di atas menunjukkan kecepatan angin tertinggi pada sudut 10° dan 15° sebesar 6,34m/s, dengan koefisien dragnya yg konstan. Model kendaraan dan sudut kemiringan sangat mempengaruhi besarnya kecepatan angin pada pipa manometer dan gaya drag.

Pembahasan

Dari pemaparan 4 grafik di atas menunjukkan hubungan antara kecepatan udara pada tiap sudut kemiringan. Jadi pengaturan sudut kemiringan sangat berpengaruh terhadap kecepatan udara pada tiap manometer, dari grafik dapat dilihat pada sudut 0° menunjukkan nilai 3,66m/s, 4,04m/s, 4,04m/s, 4,42m/s, 4,04m/s. Pada sudut 5° nilainya 4,42m/s, 4,04m/s, 4,71m/s, 4,33m/s, 4,42m/s. Pada sudut 10° menunjukkan nilai 5,76m/s, 4,04m/s, 4,80m/s, 4,04m/s, 4,42m/s. Pada sudut 15° menunjukkan nilai 5,09m/s, 4,04m/s, 3,66m/s, 4,42m/s, 4,711m/s. Sudut yang menunjukkan kestabilan tiap manometer yaitu sudut 5°. Dari grafik hubungan antara kecepatan terhadap gaya dan koefisien drag menunjukkan terjadinya gaya drag terbesar pada sudut 15° yaitu 13,97 kg m/s² dibandingkan sudut 10° hanya mempunyai gaya drag sebesar 11,6 kg m/s, ini karena makin besar sudut kemiringan kendaraan maka makin besar gaya gesek nya. Dari grafik hubungan antara besar sudut kemiringan terhadap gaya dan luas penampang menunjukkan luas penampang terbesar pada sudut 15°=0,6m dengan gaya drag yang dihasilkan 13,97kg.m/s². Jika sudut kemiringan semakin besar maka luas penampang, gaya drag dan kecepatan angin pada manometer semakin besar.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian pengaruh pengaturan sudut kemiringan model kendaraan sedan terhadap tekanan hisap dalam wind tunnel dapat disimpulkan :

1. Sudut kemiringan yang menghasilkan gaya drag (Fd) paling kecil adalah sudut 0°=1,55 sedangkan Sudut yang menghasilkan kecepatan udara manometer paling tinggi adalah sudut 10°=5,76 m/s.

2. Sudut yang menghasilkan luas penampang terbesar adalah sudut 15° sebesar 0,6m.
3. Jika gaya drag kendaraan (F_d) kecil, maka kecepatan kendaraan akan semakin laju.
4. Bentuk kendaraan berpengaruh terhadap lajunya, semakin kecil bidang gesek terhadap udara maka hambatan laju kendaraan semakin kecil dan laju kendaraan akan semakin kencang.

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; Tufs University*

<http://willycar.wordpress.com/2008/12/26/cd-coefficient-of-drag/>

[http://www.staff.uny.ac.id/Pert%202%25263_Aspek%20Perancangan \(1\)-Aerodinamika.ppt](http://www.staff.uny.ac.id/Pert%202%25263_Aspek%20Perancangan%20(1)-Aerodinamika.ppt)

http://en.wikipedia.org/wiki/Drag_coefficient

http://www.princeton.edu/~asmits/Bicycle_web/Bernoulli.html

