

Desain dan Analisa Aerodinamis Bodi Mobil Minimalis Roda Tiga Terhadap Tingkat Kestabilan Kendaraan Ditinjau dari Kondisi Skid dan Rolling

Defi Ramdani Wira Buana¹, Priyo Agus Setiawan², Tri Andi Setiawan³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya (60111)

E-mail : defiramdani.wirabuana@gmail.com

Abstrak

Transportasi pada saat ini memiliki peran yang penting terhadap mobilitas manusia. Berbagai inovasi telah dikembangkan untuk berbagai model transportasi sebagai solusi dalam memenuhi kebutuhan mobilitas manusia tersebut. Dalam perkembangannya salah satu transportasi yang paling diminati adalah mobil. Mobil adalah kendaraan darat yang digerakkan oleh tenaga mesin, beroda 3 atau lebih, biasanya menggunakan bahan bakar minyak ataupun bahan bakar listrik yang ramah lingkungan untuk menghidupkan mesinnya. Seiring berjalannya waktu, perkembangan inovasi pada mobil sangat bervariasi dengan mengedepankan konsep minimalis dan futuristik serta teknologi mutakhir. Sehingga dibutuhkan suatu inovasi terhadap mobil yang sudah ada baik dalam segi bahan bakar, sistem kerja, maupun desain. Dalam penelitian kali ini akan dibuat sebuah desain bodi mobil minimalis roda 3 yang akan diuji tingkat aerodinamisnya serta tingkat kestabilan kendaraan saat berbelok ditinjau dari kondisi skid dan rolling. Sehingga didapat kecepatan aman saat berbelok. Hasil dari penelitian ini diperoleh model desain bodi mobil dengan roof yang memiliki sudut buang aerodinamis sebesar 10^0 dengan nilai $C_d = 0,28$; $C_l = -0,03$ dan $C_m = 0,03$. Dimensi dari bodi mobil ini adalah panjang 3 meter, lebar 1,4 meter dan tinggi 1,5 meter dengan beban maksimal muatan 250 kg. Dengan melihat pengaruh aerodinamis terhadap tingkat kestabilan kendaraan ditinjau dari kondisi skid dan rolling diperoleh kecepatan aman berbelok tanpa kemiringan sebesar 28 km/jam. Namun ketika mobil berbelok dengan kemiringan 6^0 maka diperoleh kecepatannya sebesar 34 km/jam. Hal ini membuktikan bahwa kondisi mobil yang bergerak miring ketika berbelok akan memperkecil gaya sentrifugal yang terjadi sehingga mobil dapat berbelok dengan kecepatan yang lebih tinggi.

Kata kunci : transportasi, desain, bodi mobil roda tiga, aerodinamis, stabilitas kendaraan

PENDAHULUAN

Transportasi pada saat ini memiliki peran yang sangat penting di dalam kehidupan manusia. Karena semua aspek kehidupan manusia di dunia ini tidak ada yang tidak disentuh oleh transportasi. Salah satu transportasi yang paling utama saat ini adalah model transportasi darat. Transportasi darat dibuat oleh manusia dengan berbagai fungsi dan kegunaannya masing-masing untuk menyelesaikan berbagai kebutuhan manusia yang beragam. Sesuai dengan fungsinya, transportasi darat dituntut untuk dapat menyediakan jasa transportasi jalan, kereta api, sungai, danau dan penyeberangan serta angkutan perkotaan, angkutan umum, sehingga diharapkan mampu menunjang pengembangan sektor-sektor lainnya. Sejak awal, transportasi darat sangatlah dominan dalam segala aspek kehidupan manusia hingga sekarang.

Aerodinamis pada bodi kendaraan merupakan hal utama dalam sebuah perencanaan desain suatu kendaraan. Kendaraan yang mempunyai aerodinamis yang baik akan mempunyai banyak keunggulan. Yang mana kendaraan dengan aerodinamis yang baik akan mempunyai akselerasi yang baik pula. Selain itu juga memiliki kelebihan dalam stabilitas ketika melaju. Dalam hal lain, aerodinamis juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Dalam studi yang baru ini, pengaruh aerodinamis dapat mereduksi 5% dari kebutuhan terhadap konsumsi bahan bakar. Maka dari itu aerodinamis adalah suatu hal yang sangat penting dalam perencanaan desain bodi suatu kendaraan. Inovasi akan teknologi modern saat ini sudah banyak dikembangkan dalam industri otomotif dalam hal segi keamanan (stabilitas), desain yang futuristik dan aerodinamis serta keunggulan lain yang dimiliki kendaraan sehingga kendaraan tersebut dapat digunakan sesuai dengan kebutuhannya. Tidak kalah ketinggalan, perkembangan mobil roda tiga saat ini telah dikembangkan dalam segi

bermanuver yang handal. Dengan posisi 2 roda berada didepan dan satu berada dibelakang akan membuat manuver mobil ini menjadi lebih lincah ketika kendaraan berbelok dalam keadaan miring. Selain itu, pengaruh aerodinamis kendaraan juga sangat diperhitungkan dalam bermanuver.

TINJAUAN PUSTAKA

Mobil adalah kendaraan darat yang digerakkan oleh tenaga mesin, beroda 3 atau lebih, biasanya menggunakan bahan bakar minyak ataupun bahan bakar listrik yang ramah lingkungan untuk menghidupkan mesinnya. Mobil ikependekan dari *otomobil* yang berasal dari bahasa Yunani 'autos' (sendiri) dan Latin 'movére' (bergerak). Mobil juga merupakan salah satu alat transportasi darat yang penting pada saat sekarang ini. iMemiliki mobil bagi sebagian besar kalangan masyarakat pada saat ini bagaikan suatu hal yang pokok dimana dapat membantu mereka dalam beraktivitas khususnya dalam bekerja. Oleh karena itu, para produsen mobil berlomba – lomba untuk menciptakan mobil dengan keunggulan idan kelebihan yang berbeda sehingga dipasaran jumlah mobil ini sangat banyak dan bervariasi.



Gambar 2.1 Konsep kendaraan roda 3

Disamping adanya beragam pilihan tersebut, para konsumen jugai dihadapkan dengan ibanyaknya kriteria yang berpengaruh dalam menentukan ipilihan mobil misalnya harga, warna, keamanan dan ikelengkapan, idesain,dan lain – lain.

Aerodinamika diambil dari kata Aero dan Dinamika yang bisa diartikan iudara dan perubahan igerak dan bisa juga ditarik sebuah pengertian yaitu suatu iperubahan gerak dari suatu benda akibat dari hambatan udara iketika benda itersebut melaju idengan kencang. Benda yang dimaksud diatas dapat berupa kendaraan bermotor yang terkait hubungannya dengan perkembangan aerodinamika saat ini. Gaya aerodinamis total yang dihasilkan oleh aliran udara relatif yang melingkupi ibodi kendaraan pada hakekatnya bekerja pada suatu titik yang disebut *centre of pressure* (CP). iSelama resultan gaya aerodinamis bekerja pada titik *centre of pressure* maka tidak akan menimbulkan momen. Sedangkan pada titik lain dari kendaraan gaya aerodinamis akan menghasilkan imomen aerodinamis iyang merupakani perkalian dari harga gaya aerodinamis dan jarak titik yang ditinjau (Frank M. White, 1986).

Besar gaya sentrifugal sama dengan besar gaya sentripetal, sedangkan arah gaya sentrifugal berlawanan dengan gaya sentripetal. Hal ini dimaksudkan agar benda yang melakukan gerak melingkar berada dalam keadaan setimbang. Gaya yang arahnya menjauhi pusat tersebut dinamakan gaya sentrifugal. Berikut adalah formula untuk mencari gaya sentrifugal kendaraan :

$$F_c = \frac{W \cdot V^2}{g \cdot R_n} \quad \dots(2.10)$$

- W = berat total kendaraan (N)
g = percepatan gravitasi (m/s²)
R_n = Ri = radius belok *arkerman* (m)
V = kecepatan kendaraan (km/jam)
F_c = gaya sentrifugal kendaraan (N)

Kendaraan yang berbelok akan mengalami skid apabila gaya gesek ban tidak dapat mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami kendaraan. Untuk mengetahui sebuah kendraan mengalami kondisi skid di roda depan (front), roda belakang (rear) atau tidak mengalamji skid, maka dapat dibandingkan besarnya nilai gaya sentrifugal dan gaya gesek pada masing-masing ban dengan persamaan berikut:

a. Analisa Skid tanpa kemiringan :

$$F_{cf} = \frac{b}{a+b} (F_s + F_c \cdot \cos\beta) \quad (2.11a)$$

$$F_{zf} = \frac{b(W-F_l)}{a+b} + \frac{F_c \cdot h \cdot \sin\beta}{a+b} - \frac{F_d \cdot h}{a+b} - \frac{M_p}{a+b} \quad (2.11b)$$

$$F_{cr} = \frac{a}{a+b} (F_s + F_c \cdot \cos\beta) \quad (2.11c)$$

$$F_{zr} = \frac{a(W-F_l)}{a+b} + \frac{F_c \cdot h \cdot \sin\beta}{a+b} - \frac{F_d \cdot h}{a+b} - \frac{M_p}{a+b} \quad (2.11d)$$

b. Analisa Skid dengan kemiringan

$$F_{cf} = \frac{b}{a+b} (F_c \cdot \cos\beta \cdot \cos\theta + F_s - W \cdot \sin\theta) \quad (2.11e)$$

$$F_{zf} = \frac{b (W \cdot \cos\theta + F_c \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta - F_l)}{a+b} + \frac{(F_c \cdot h \cdot \sin\beta) - (F_d \cdot h) - M_p}{a+b} \quad (2.11f)$$

$$F_{cr} = \frac{a}{a+b} (F_c \cdot \cos\beta \cdot \cos\theta + F_s - W \cdot \sin\theta) \quad (2.11g)$$

$$F_{zr} = \frac{a (W \cdot \cos\theta + F_c \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta - F_l)}{a+b} + \frac{(F_c \cdot h \cdot \sin\beta) - (F_d \cdot h) - M_p}{a+b} \quad (2.11h)$$

Selain skid, kendaraan belok juga rentan mengalami guling, atau suatu kondisi dimana roda kendaraan terangkat akibat gaya lateral. Untuk mengetahui apakah suatu kendaraan mengalami guling atau tidak, dapat dilihat dari nilai gaya normal (F_z) pada masing-masing ban, yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

a. Analisa Rolling tanpa kemiringan :

$$F_{Z1} = \frac{b}{2(a+b)} (W - F_l) - \frac{b}{(a+b)} \left(\frac{(F_c \cdot h \cdot \cos\beta) + M_R + (F_s \cdot h)}{t_f} \right) + \frac{(h \cdot F_c \cdot \sin\beta) - (h) \cdot M_p}{2(a+b)} \quad \dots(2.12a)$$

$$F_{Z2} = \frac{b}{2(a+b)} (W - F_l) + \frac{b}{(a+b)} \left(\frac{(F_c \cdot h \cdot \cos\beta) + M_R + (F_s \cdot h)}{t_f} \right) + \frac{(h \cdot F_c \cdot \sin\beta) - (h) \cdot M_p}{2(a+b)} \quad \dots(2.12b)$$

$$F_{Z3} = \frac{a}{(a+b)} (W - F_l) + \frac{a}{(a+b)} \left(\frac{(F_c \cdot h \cdot \cos\beta) + M_R + (F_s \cdot h)}{t_f} \right) + \frac{(h \cdot F_c \cdot \sin\beta) - (h) \cdot M_p}{(a+b)} \quad \dots(2.12c)$$

b. Analisa Rolling dengan kemiringan :

$$F_{Z1} = \frac{b}{2(a+b)} (W \cdot \cos\theta + F_c \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta - F_l) - \frac{b}{(a+b)} \left(\frac{(F_c \cdot h \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta) - (W \cdot h \cdot \sin\theta) + M_R + (F_s \cdot h)}{t_f} \right) + \frac{(h \cdot F_c \cdot \sin\beta) - F_d \cdot h - M_p}{2(a+b)} \quad \dots(2.12d)$$

$$F_{Z2} = \frac{b}{2(a+b)} (W \cdot \cos\theta + F_c \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta - F_l) + \frac{b}{(a+b)} \left(\frac{(F_c \cdot h \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta) - (W \cdot h \cdot \sin\theta) + M_R + (F_s \cdot h)}{t_f} \right) + \frac{(h \cdot F_c \cdot \sin\beta) - F_d \cdot h - M_p}{2(a+b)} \quad \dots(2.12e)$$

$$F_{Z3} = \frac{b}{(a+b)} (W \cdot \cos\theta + F_c \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta - F_l) - \frac{b}{(a+b)} \left(\frac{(F_c \cdot h \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta) - (W \cdot h \cdot \sin\theta) + M_R + (F_s \cdot h)}{t_f} \right) + \frac{(h \cdot F_c \cdot \sin\beta) - F_d \cdot h - M_p}{(a+b)} \quad \dots(2.12f)$$

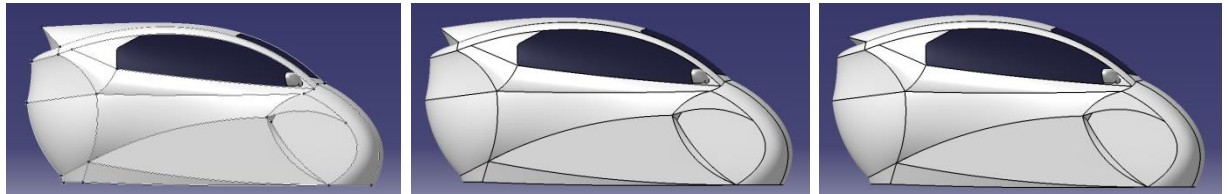
METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Tahap pertama adalah studi literatur yang membahas tentang konsep mobil roda 3, Teori Aerodinamis dan Stabilitas Kendaraan.
- Tahap kedua adalah melakukan input data utama kendaraan yaitu input dimensi, beban maksimal, desain kontur bodi kendaraan dan penempatan layout kendaraan.
- Tahap ketiga adalah melakukan analisa aerodinamis kendaraan. Dalam hal ini akan diperoleh data data kendaraan berupa koefisien drag, koefisien lift dan koefisien moment.
- Tahap keempat adalah melakukan analisa stabilitas kendaraan ditinjau dari kondisi skid dan rolling.
- Tahap terakhir adalah menarik sebuah kesimpulan dari analisa aerodinamis dan stabilitas kendaraan apakah kendaraan tersebut mempunyai aerodinamis yang baik maupun stabilitas yang baik pula dengan ditandai nilai koefisien drag yang kecil dan besarnya kecepatan saat berbelok dalam hal ini adalah stabilitas.

PEMBAHASAN

Desain kontur bodi kendaraan yang akan dianalisa aerodinamis terhadap tingkat kestabilannya adalah sebagai berikut :



Roof Tinggi

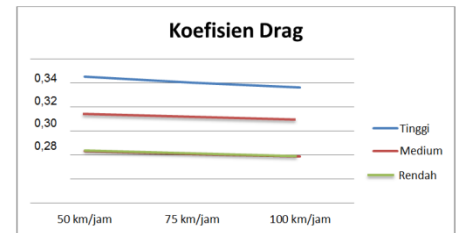
Roof Medium

Roof Rendah

Berikut adalah tabel dan grafik analisa aerodinamis kendaraan dari ketiga roof diatas :

1 Tabel 4.1 Hasil Analisa Koefisien Drag

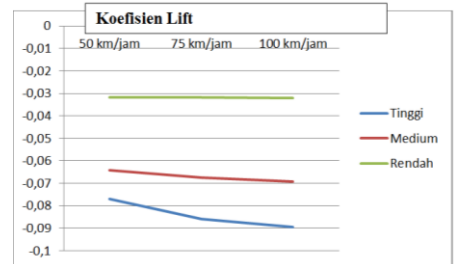
Cd	50 km/jam	75 km/jam	100 km/jam
Tinggi	0,34265	0,34024	0,33808
Medium	0,31153	0,31035	0,30929
Rendah	0,28926	0,28565	0,28526



Grafik 4.4a Koefisien Drag Kendaraan

2 Tabel 4.2 Hasil Analisa Koefisien Lift

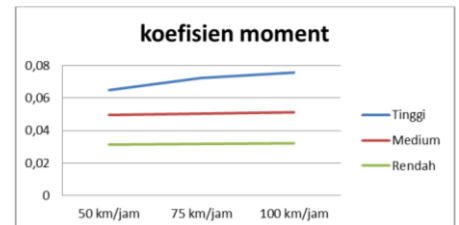
Cl	50 km/jam	75 km/jam	100 km/jam
Tinggi	-0,076895	-0,085723	-0,089473
Medium	-0,064265	-0,067534	-0,069104
Rendah	-0,03171	-0,031852	-0,032066



Grafik 4.4b Koefisien Lift Kendaraan

3 Tabel 4.3 Hasil Analisa Koefisien Momment

Cm	50 km/jam	75 km/jam	100 km/jam
Tinggi	0,06489	0,072338	0,075644
Medium	0,049551	0,050645	0,051095
Rendah	0,031544	0,031829	0,032177



Grafik 4.4c Koefisien Momment Kendaraan

Berikut adalah tabel analisa stabilitas kendaraan dari ketiga roof diatas :

Tabel 4.4 Stabilitas kendaraan

No	Roof	Analisa Skid		Analisa Rolling	
		Normal	Miring 6 ⁰	Normal	Miring 6 ⁰
1	Tinggi	36 km/jam	28 km/jam	40 km/jam	34 km/jam
2	Medium	36 km/jam	28 km/jam	40 km/jam	34 km/jam
3	Rendah	36 km/jam	28 km/jam	40 km/jam	34 km/jam

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, penulis mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Analisa aerodinamis bodi kendaraan minimalis diperoleh desain terpilih model desain roof dengan sudut buang aerodinamis 10⁰ dan nilai koefisiennya adalah sebagai berikut. Cd = 0,28 ; Cl = -0,03 ; Cm = 0,03.

2. Pada saat kondisi kendaraan berbelok tanpa kemiringan diperoleh hasil pengujian stabilitas sebagai berikut.
 - a. Kendaraan mulai mengalami kondisi skid ketika melaju pada kecepatan 36 km/jam.
 - b. Kendaraan mulai mengalami kondisi gulling ketika melaju pada kecepatan 28 km/jam.
Dengan demikian kondisi aman kendaraan ketika berbelok adalah dengan kecepatan dibawah 28 km/jam
3. Pada saat kondisi kendaraan berbelok dengan kemiringan diperoleh hasil pengujian stabilitas sebagai berikut.
 - a. Kendaraan mulai mengalami kondisi skid ketika melaju pada kecepatan 40 km/jam.
 - b. Kendaraan mulai mengalami kondisi gulling ketika melaju pada kecepatan 34 km/jam.
Dengan demikian kondisi aman kendaraan ketika berbelok adalah dengan kecepatan dibawah 34 km/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Sutantra, N. (2000). *Teknologi Otomotif*. Surabaya: Guna Widya.
- Munawir Rosyadi Siregar1, Himsar Ambarita.(2012). *Analisis koefisien draG pada mobil hemat energi "MESIN USU" dengan menggunakan perangkat lunak CFD* Jurnal e-Dinamis, Volume 3.
- Dr. Herminarto Sf. Gunadi, S.Pd . (2004). *Perancangan Bodi Kendaraan*. KBK OTO 328-02.
- Wiwik Sulistyono, Naif Fuhaid, Ahmad Farid. (2013). *Pengaruh Pemasangan Tail Dan Front Boat Terhadap Unjuk Kerja Aerodinamik Pada Kendaraan Sedan PROTON*, Vol. 5 No. 1/Hal. 49-54.
- Ardiansyah Rahman, Ahmad Farid, Suriansyah. (2014). *Pengaruh Penggunaan Spoiler Pada Model Kendaraan Sedan Terhadap Tekanan Hisap Dalam Terowongan Angin PROTON*, Vol. 6 No 1 / Hal 1-7.