

Analisis Kinerja Dinamis Kendaraan Daihatsu Xenia 1.3 Tahun 2010

Saptono Aji¹, M. Abdulkadir², Dandung Rudy Hartana³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jl. Babarsari, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding authors: *¹saptonoaji98@gmail.com, ²abdulkadir@itny.ac.id, dandung@itny.ac.id.

Abstract

Dynamic performance analysis is an analysis to find out or calculate estimates of a vehicle by carrying out tests. The purpose of this research is to find out or calculate estimates of a vehicle by testing, which includes the braking system, and steering system, and calculating the gear ratio for climbing strength at a certain incline angle. This research shows that there are differences between the test results and the vehicle specifications according to the Manual Book, especially in the Torque and Engine Power tested, which was 134 Nm, greater than the vehicle specifications, namely 120 Nm, and for engine power of 91 Ps or 66 kW smaller than vehicle specifications are 92 Ps or 67 kW. With a torque of 134 Nm, you can climb uphill at a slope angle of 50.99° at a speed of 21.6 km/h in 1st gear. So for a power of 91 ps, you can get a speed of 160 km/h in 5th gear with a test driver load of 62 kg. time 24.87s on a flat and straight road. With the results of the proportion of front and rear brake forces being 0.425 N and 0.576 N respectively. The resulting braking distance of 30 km/hour at 3.64 m is smaller than the vehicle specifications at a distance of 4.06 m.

Keywords: *Dynamic Performance Analysis, Steering System, Braking System, Climbing Ability.*

Abstrak

Analisis kinerja dinamis yaitu suatu analisis untuk mengetahui atau menghitung perkiraan dari sebuah kendaraan dengan melakukan pengujian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui atau menghitung perkiraan dari sebuah kendaraan dengan pengujian yaitu meliputi : System Pengereman, system kemudi, serta menghitung rasio roda gigi untuk kekuatan menanjak pada sudut tanjakan tertentu. Penelitian ini menunjukan bahwa ada perbedaan dari hasil pengujian dengan spesifikasi kendaraan sesuai dengan Manual Book terutama pada Torsi dan Daya mesin yang di uji sebesar 134 Nm lebih besar dari spesifikasi kendaraan yaitu sebesar 120 Nm dan untuk Daya mesin sebesar 91 Ps atau 66 kW lebih kecil dari spesifikasi kendaraan sebesar 92 Ps atau 67 Kw. Dengan torsi 134 Nm maka di dapat kemampuan menanjak pada kemiringan sudut tanjakan sebesar 50,99° pada kecepatan 21.6 km/jam di gigi 1. Maka untuk daya 91 ps di dapat kecepatan 160 km/jam di gigi 5 dengan beban driver penguji 62 kg membutuhkan waktu 24.87s di jalan datar dan lurus. Dengan hasil proporsi gaya rem bagian depan dan belakang masing-masing sebesar 0.425 N dan 0.576 N. Dan hasil jarak pengereman sebesar 30 km/jam di 3.64 m lebih kecil dari spesifikasi kendaraan di jarak 4.06 m.

Kata Kunci : *Analisis Kinerja Dinamis, Sistem Kemudi, Sistem Pengereman, Kemampuan Menanjak*

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri di bidang otomotif saat ini terlihat sangat pesat, dibuktikan dengan banyaknya jenis dan bentuk dari sebuah mobil yang beredar dipasaran. Salah satunya adalah jenis mobil LMPV yaitu Xenia 1.3 Tipe X.i MT tahun 2010. Kendaraan yang di fungsikan untuk 7 seater ini menawarkan harga yang cukup relative terjangkau dan dengan biaya perawatan yang murah dan mudah menjadikan Daihatsu Xenia 1.3 menjadi mobil pilihan keluarga dari 2004 sampai 2023 saat ini. Perusahaan Daihatsu merancang sistem percepatan,

pengereman, dan sistem kemudi pada mobil Daihatsu Xenia 1.3 Transmisi Manual tahun 2010 dengan teknologi yang baik. Seluruh komponen sudah dihitung gaya- gayanya yang akan bekerja, sistem kemudinya pun sudah dirancang supaya pengemudinya dapat mengendalikan nyaman dan aman. Performa dari Daihatsu Xenia 1.3 tahun 2010 pun sudah termasuk mumpuni dengan mesin 1300cc.

Dari latar belakang diatas penulis akan mengangkat judul “Analisis Kinerja Dinamis Mobil Daihatsu Daihatsu Xenia 1.3 Tipe X.i MT tahun 2010” yang akan berfokus merekalkulasi sistem percepatan, pengereman, dan sistem kemudi. Sehingga dapat memberikan informasi kepada penulis maupun calon pembeli agar dapat mengetahui performa secara detail mengenai mobil Daihatsu Xenia 1.3 Tipe X.i MT tahun 2010.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Analisa

Perhitungan Dinamika Penggerakan Kendaraan

1. Karakteristik Daya Mesin

Untuk menghitung karakteristik daya mesin digunakan rumus berikut :

$$P_e = P_1 \omega_e + P_2 \omega_e^2 + P_3 \omega_e^3$$

2. Karakteristik Torsi

Untuk menghitung karakteristik torsi mesin digunakan rumus berikut :

$$T_e = P_1 + P_2 \omega_e + P_3 \omega_e^2$$

3. Perbandingan rasio roda gigi asli dan rasio roda gigi yang stabil

Perbandingan rasio roda gigi asli dan rasio roda gigi yang stabil digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_g^4 = \frac{n_{1a}}{n_{5a}} = \frac{n_{1a}}{n_{2a}} \times \frac{n_{2a}}{n_{3a}} \times \frac{n_{3a}}{n_{4a}} \times \frac{n_{4a}}{n_{5a}}$$

4. Torsi roda pada masing masing gigi transmisi

Torsi roda pada gigi transmisi mobil dengan rasio roda gigi yang stabil menggunakan rumus :

$$T_w = \eta \eta_i \eta_d (P_1 + P_2 \left(\frac{\eta_i \eta_d}{R_w} V_x \right) + P_3 \left(\frac{\eta_i \eta_d}{R_w} V_x \right)^2)$$

5. Putaran mesin pada masing-masing gigi transmisi

Putaran mesin pada gigi transmisi dengan rasio roda gigi yang stabil menggunakan rumus:

$$\omega_e = \frac{n_i n_d}{R_w} v_x$$

6. Kemampuan menanjak
Kemampuan menanjak menggunakan rasio roda gigi yang stabil digunakan rumus sebagai berikut :

$$\omega_2 = \frac{n_i n_d}{R_w} v_i$$

Perhitungan pengereman

1. Gaya yang keluar dari pedal rem

Untuk menghitung gaya pada pedal rem dapat menggunakan rumus :

$$F_k = F_1 \cdot \frac{A}{B}$$

2. Tekanan hidrolik pada master silinder

Untuk menghitung tekanan hidrolik yang diberikan oleh master silinder dengan menggunakan rumus :

$$P_e = \frac{F_k}{0,785 \text{ dm}^2}$$

3. Gaya pengereman pada Disk Brake

Untuk menghitung gaya pengereman pada disk brake menggunakan rumus :

- a. Gaya yang menekan kampas rem

$$F_p = P_e \times (0,785) d^2$$

- b. Gaya gesek pengereman

$$F_\mu = \mu \cdot F_p$$

- c. Torsi pengereman rem model cakram

$$T_{bc} = F_{bc} d^2$$

4. Gaya pengereman pada *drum brake*

Untuk menghitung gaya pengereman pada drum brake menggunakan rumus :

- a. Gaya yang menekan kampas rem

$$F_p = P_e \cdot 0,25 \cdot \pi d^2$$

- b. Gaya gesek pengereman

$$F_\mu = \mu \cdot F_p$$

- c. Torsi pengereman rem model tromol

$$T_{bt} = F_p \cdot a$$

5. Proporsi gaya rem berdasarkan pembebanan

Proporsi gaya rem berdasarkan pembebanan sistem pengereman dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$K_{bf} = \frac{W_f}{W_f + W_r} \quad \text{dan} \quad K_{br} = \frac{W_r}{W_f + W_r}$$

6. Jarak Pengereman

Untuk menghitung jarak pengereman (S) digunakan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{\gamma_m W}{2g C_{ae}} \ln \left[1 + \frac{C_{ae} V_1^2}{F_b} \right]$$

7. Perlambatan kendaraan

Untuk menghitung perlambatan kendaraan digunakan rumus sebagai berikut:

$$D_{xt} = \frac{F_{xf} + f_{xr}}{m}$$

8. Efisiensi pengereman

Untuk menghitung nilai efisiensi pengereman digunakan rumus sebagai berikut :

$$\eta_b = \frac{D_{xt}}{D_{xt}} \times 100 \%$$

2.1 Perhitungan analisa kemudi

1. Sudut ackerman

Untuk menghitung sudut ackerman digunakan persamaan berikut :

$$\cot \delta_o - \cot \delta_i = \frac{W}{l}$$

2. Menghitung sudut θ , σ dan β yang terjadi pada mekanisme pengemudian trapezoidal

Sudut δ_o

Untuk Menghitung sudut δ_o digunakan rumus sebagai berikut :

$$\delta_o = (\theta + \sigma + \beta - \pi)$$

3. Titik pusat massa mobil

Untuk mencari titik pusat massa mobil digunakan persamaan:

$$a = \frac{2L}{W_r}; \quad b = \frac{2L}{W_f}$$

4. Sudut side slip kendaraan

Untuk mencari sudut side slip kendaraan digunakan rumus sebagai berikut :

$$\beta = \arcsin\left(\frac{v}{R_{ack}}\right)$$

5. Gaya sentrifugal

Untuk menghitung besarnya gaya sentrifugal () digunakan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{wv^2}{gR}$$

6. Hambatan rolling

Untuk menghitung hambatan rolling yang terjadi pada kendaraan digunakan dengan rumus sebagai berikut :

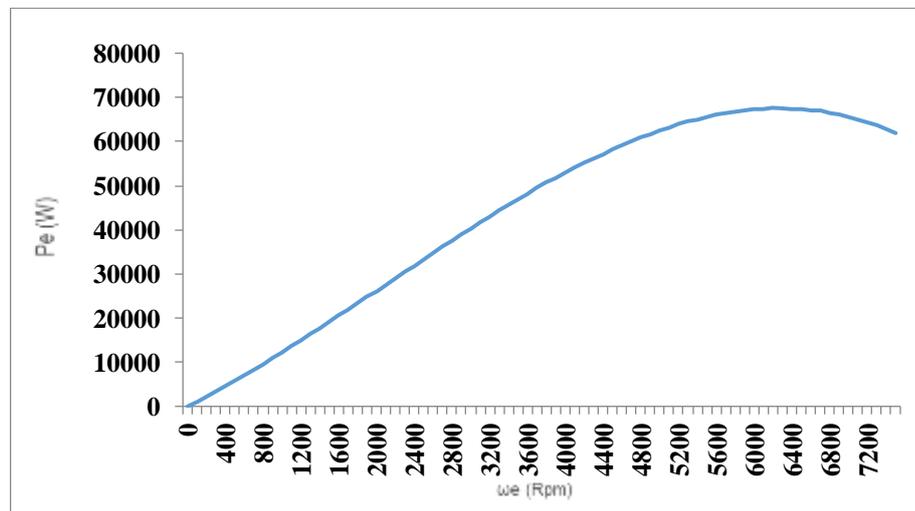
$$R_r = F_r \cdot W$$

7. Menghitung momen guling (Mg) yang terjadi pada kendaraan

8. Menghitung gaya reaksi yang diterima oleh tiap-tiap ban pada arah sumbu x,y dan z pada jalan datar dan jalan miring

HASIL DAN PEMBAHASAN

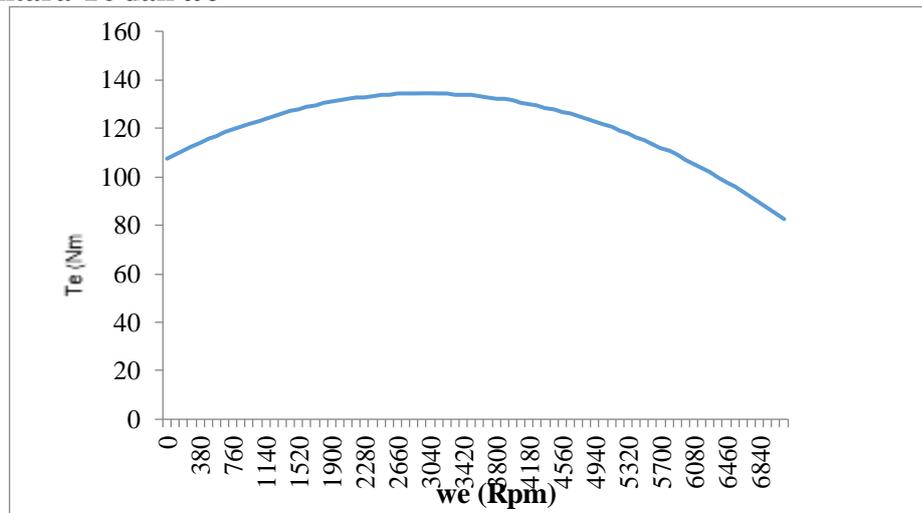
Hubungan antara P_e dan ω_e



Gambar 2. Grafik Hubungan P_e dan ω_e

Saat kecepatan putaran mesin mulai naik, maka daya pada mesin mobil juga ikut naik sampai putaran mesin 630 rad/s (6000 Rpm) maka daya yang dihasilkan mesin kendaraan sudah mencapai titik tertinggi yaitu pada 67513,79 W. Pada spesifikasi teknis yang dikeluarkan oleh pabrikan, Daihatsu Xenia X.i tahun 2010 menghasilkan daya maksimal 92 PS (67600 W) pada putaran mesin 6000 Rpm.

Hubungan antara T_e dan ω_e



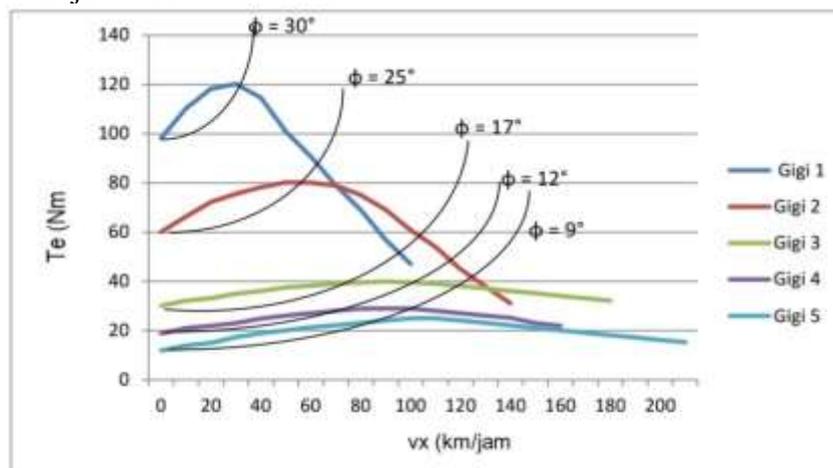
Gambar 3. Grafik Hubungan antara T_e dan ω_e

Saat kecepatan putaran mesin mulai naik, maka daya pada mesin mobil juga ikut naik sampai putaran mesin 320 rad/s (3054 Rpm) maka torsi yang dihasilkan mesin kendaraan sudah mencapai titik tertinggi yaitu pada 134,41 Nm. Apabila putaran mesin terus ditambah melebihi 320 rad/s maka daya yang dihasilkan mobil Daihatsu Xenia X.i tahun 2010 akan berangsur-angsur menurun. Pada spesifikasi teknis yang dikeluarkan oleh pabrikan, Daihatsu Xenia X.i tahun 2010 menghasilkan torsi maksimal 12,2 kgm (119,6 Nm) pada putaran mesin 4400 Rpm. Apabila dibandingkan dengan hasil perhitungan, maka dapat disimpulkan bahwa torsi maksimal yang tertera pada spesifikasi lebih kecil daripada hasil perhitungan.

Kemampuan Kecepatan Mobil

Kecepatan maksimal 56 m/s (200 km/jam) dapat diraih di putaran mesin 6264 rpm pada gigi ke-5. Selain itu waktu yang dibutuhkan dari kecepatan 0 sampai mencapai kecepatan maksimum 56 m/s (200 km/jam) adalah sebesar 27,053 s.

Kemampuan menanjak Mobil

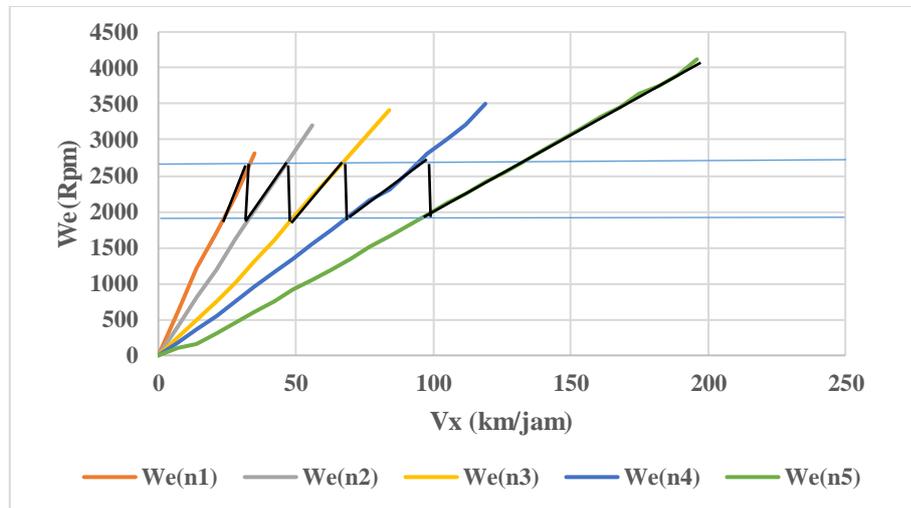


Gambar 4. Grafik kemampuan Menanjak dan Torsi Pada Tiap Gigi

Pada gigi 1 sudut yang di dihasilkan 30° dengan torsi 120 Nm dan dengan kecepatan 30 km/jam. Pada gigi 2 sudut yang di dihasilkan 25° dengan torsi 80 Nm dan dengan kecepatan 49 km/jam. Pada gigi 3 sudut yang dihasilkan 17° dengan torsi 40 Nm dengan kecepatan 60 km/jam. Pada gigi 4 sudut yang dihasilkan 12° dengan torsi 29 Nm dan kecepatan 90 km/jam. Pada gigi 5 sudut yang dihasilkan 8° dengan torsi 25 Nm dengan kecepatan 105 km/jam.

Sehingga dapat diketahui bahwa kemampuan menanjak maksimal mobil Daihatsu Xenia X.i tahun 2010 adalah pada jalan menanjak dengan kemiringan 30° dengan torsi 120 Nm dan dengan kecepatan 30 km/jam.

Kecepatan Kendaraan pada Masing-masing Roda Gigi Kendaraan



Gambar 5. Grafik Kecepatan Kendaraan pada Masing-masing Roda Gigi Kendaraan

Dari grafik diatas didapatkan bahwa pembagian kerja disetiap gigi transmisi pada gigi ke-1 daerah kerja kecepatannya dimulai 18km/jam sampai 29 km/jam. Pada gigi ke-2 daerah kerja kecepatannya dimulai dari 29 km/jam sampai 49 km/jam. Pada gigi ke-3 daerah kerja kecepatannya dimulai dari 49 km/jam sampai 60 km/jam. Pada gigi ke-4 daerah kerja kecepatannya dimulai dari 60 km/jam sampai 100 km/jam. Dan pada gigi ke-5 daerah kerja kecepatannya di mulai dari 100 km/jam sampai 200 km/jam. Sehingga berdasarkan perhitungan diatas dapat di ketahui kecepatan maksimal kendaraan Daihatsu Xenia 2010 adalah 200 km/jam.

Hasil Perhitungan Analisa Pengereman

Distribusi pengereman berdasarkan dimensi

Proporsi pengereman berdasarkan dimensi adalah $K_{bf} = 0,425$ dan $K_{br} = 0,576$, hal ini menunjukkan proporsi pengereman cenderung ke roda belakang, Kondisi ini cukup aman mengingat kendaraan LMPV ini berpengerem di belakang.

Distribusi Pengereman Berdasarkan Variasi Pembebanan

Pada penumpang 1 orang (870 kg), $K_{bf} = 0,410$ dan $K_{br} = 0,541$. Hal ini menunjukkan proporsi pengereman penumpang 1 orang cenderung ke roda belakang. Pada penumpang 2 orang (940 kg), $K_{bf} = 0,415$ dan $K_{br} = 0,565$. Pada penumpang 3 orang (1010 kg), $K_{bf} = 0,431$ dan $K_{br} = 0,583$. Hal ini menunjukkan proporsi pengereman hampir seimbang antara roda depan dan roda belakang. Namun pada penumpang 4 orang (1080 kg), $K_{bf} = 0,420$ dan $K_{br} = 0,580$. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi kendaraan menjadi sedikit kearah roda belakang.

Stabilitas arah pengereman

Pada penumpang 1 orang (870 kg) $F_{xf} = 3378,72$ dan $F_{xr} = 3826,05$. Pada penumpang 2 orang (940 kg) $F_{xf} = 3607,67$ dan $F_{xr} = 3757,64$. Pada penumpang 3 orang (1010 kg) $F_{xf} = 3641,66$ dan $F_{xr} = 3779,73$. Hal ini menunjukkan bahwa stabilitas arah pengereman adalah cenderung understeer. Namun pada penumpang 4 orang (1080 kg) $F_{xf} = 3880,39$ dan $F_{xr} = 3724,00$, hal ini menunjukkan bahwa arah kestabilan pengereman cenderung menjadi oversteer.

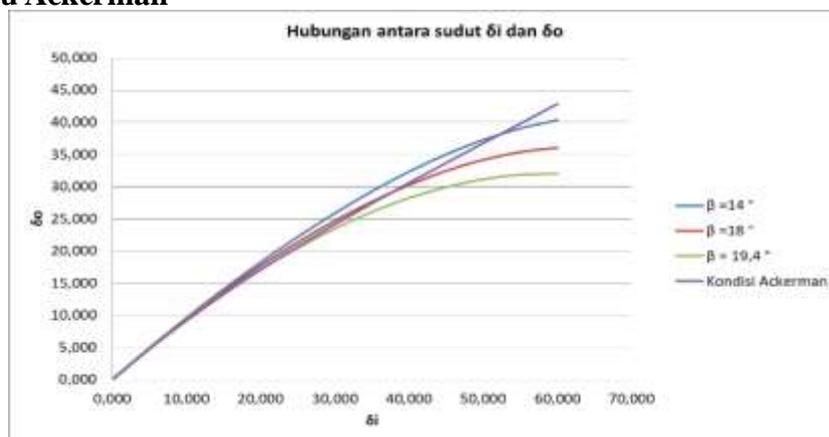
Jarak pengereman



Gambar 6. Grafik Pengereman

Dari gambar 6 dapat disimpulkan hasil perhitungan jarak pengereman dimana jarak pengereman. Semakin bertambah sebanding dengan bertambahnya kecepatan dan beban kendaraan.

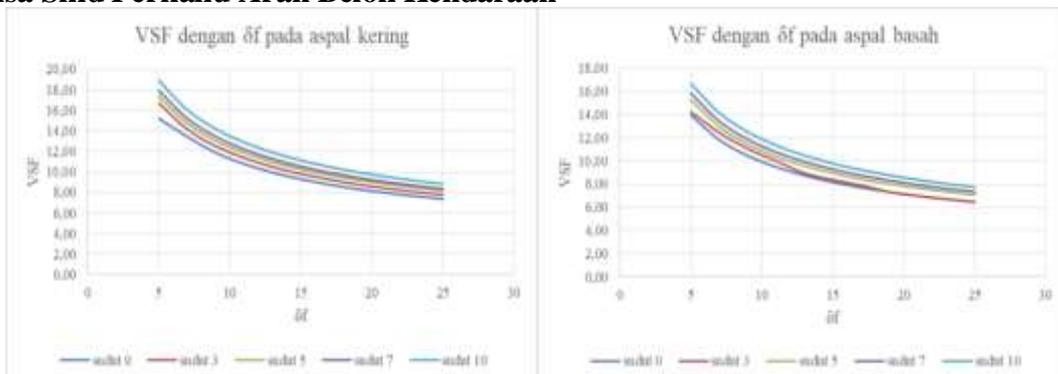
Analisa Perilaku Ackerman



Gambar 7. Grafik Hubungan antara sudut δ_i dan δ_o

Pada grafik gambar 7 menunjukkan bahwa sudut β mobil Daihatsu Xenia = $19,4^\circ$ yang artinya tidak mencapai kondisi ackerman. Jika dibandingkan dengan sudut pembanding lain, sudut $\beta = 14^\circ$ lebih mendekati kondisi ackerman daripada sudut $\beta = 19,4^\circ$, Sehingga dapat disimpulkan kendaraan akan memiliki resiko roda slip saat berbelok karena tidak mencapai kondisi ackerman.

Analisa Skid Perilaku Arah Belok Kendaraan

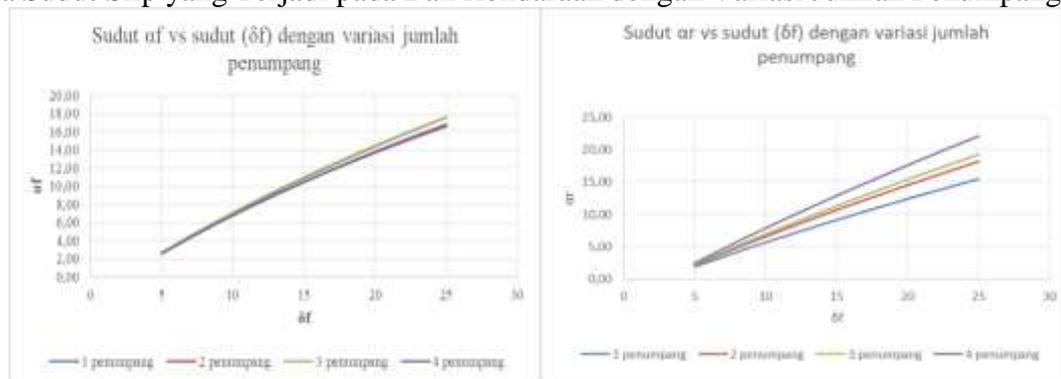


Gambar 8 Grafik (V_{SR}) dengan sudut belok (δ_f) pada aspal kering dan basah

Saat kendaraan melaju pada kondisi jalanan aspal kering, kendaraan memiliki batas kecepatan skid yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi jalanan aspal basah. Hal ini terjadi

karena koefisien adhesi aspal kering lebih besar dibandingkan dengan aspal basah. Untuk koefisien adhesi aspal kering sebesar 0.9, sedangkan untuk aspal basah sebesar 0.7. Sehingga kendaraan yang melaju pada jalan yang basah akan lebih cepat mengalami *skid*.

Besarnya Sudut Slip yang Terjadi pada Ban Kendaraan dengan Variasi Jumlah Penumpang



Gambar 9. Sudut belakang (α_r) dengan sudut (δ_f), $V = 40$ km/jam, $\theta = 3^\circ$ dengan variasi jumlah penumpang

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa semakin banyak penumpang yang berada didalam kendaraan, maka menimbulkan sudut slip pada ban semakin besar. Hal ini terjadi dikarenakan gaya sentrifugal pada kendaraan meningkat dengan bertambahnya massa total kendaraan. Akan tetapi pada saat mobil Daihatsu Xenia 1.3 M.T Tahun 2010 dinaiki oleh 3 dan 4 penumpang nilai sudut slip ban belakang semakin meningkat, sedangkan sudut slip ban depan semakin menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan kinerja dinamis mendekati spesifikasi teknis mobil Daihatsu Xenia 1.3 M.T Tahun 2010 yang dipublikasi oleh pabrikan, sehingga dapat disimpulkan pabrikan tidak meremehkan spesifikasi mobil demi kebutuhan pemasaran.
2. Karena mobil Daihatsu Xenia 1.3 M.T Tahun 2010 belum dilengkapi fitur ABS, sehingga ketika mobil berjalan dalam kecepatan tinggi lalu diberikan pengereman secara tiba-tiba, resiko roda *lock* dapat terjadi yang dapat menyebabkan mobil slip dan dapat membahayakan penumpang.
3. Mobil Daihatsu Xenia 1.3 M.T Tahun 2010 akan aman jika digunakan dalam kecepatan yang wajar, karena dalam kondisi tertentu mobil dapat tergelincir maupun terguling ketika berbelok dalam kecepatan tinggi.

SARAN

Dari hasil analisa yang telah dilakukan terdapat beberapa saran dan rekomendasi sebagai bahan rujukan untuk penelitian selanjutnya. Adapun beberapa saran tersebut antara lain:

1. Mesin kendaraan uji seharusnya bisa dibongkar untuk proses pengambilan data *real* agar analisis kinerja dinamis dapat lebih akurat, karena data rasio roda gigi hanya mengacu dari spesifikasi teknis yang dipublikasi oleh produsen.
2. Untuk mendapatkan data uji yang serupa seharusnya ditambahkan hasil simulasi komputer sebagai pembanding dengan kondisi asli mobil.
3. Penelitian lebih lanjut agar dilakukan dengan tes uji jalan agar dapat dijadikan sebagai acuan dalam merancang mobil yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung serta turut membantu pada analisis yang saya selesaikan, terutama kepada prodi teknik mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Arifin Ahmad, 2010. *Analisa Gaya pada Rem Tromol (Drum Brake) Untuk Kendaraan Roda Empat*. Universitas Guna Darma Indonesia. Jakarta
- [2.] Bagus Setya Raharja, Sufiyanto, I Made Sunada (2018), TRANSMISI, Vol-14 Edisi-2/ Hal. 299-305. **ANALISA KEAUSAN RODA GIGI LURUS SECARA MIKROSKOPIK**
- [3.] Jazar, R.N. 2013. *Vehicle Dynamics: Theory and Applications*. New York: Springer. Kartono. (2012)
- [4.] Gillespie, Thomas D. 1994. *Fundamentals of Vehicle Dynamics*. 400 Commonwealth Drive Warrendale.Society of Automotive Engineer