

## Kinerja Dinamis Kendaraan Toyota Avanza Tipe G Tahun 2011

Ferdion Ardiansyach Putra<sup>1</sup>, Didit Setyo Pamuji<sup>2</sup>, Harianto<sup>3</sup>, Abdulkadir<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia

Korespondensi : [didit@itny.ac.id](mailto:didit@itny.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kinerja dinamis Toyota Avanza Type G tahun 2011, yang meliputi kinerja mesin, kecepatan maksimum, waktu yang diperlukan untuk mencapai kecepatan maksimum, kemampuan menanjak dan kinerja sistem kemudi. Analisis didasarkan atas persamaan-persamaan empiris dari literatur yang ada dan spesifikasi kendaraan. Dari hasil analisis diperoleh karakteristik kinerja mesin, kecepatan maksimum yang dapat dicapai adalah 165,6 km/jam, waktu yang diperlukan untuk mencapai kecepatan maksimum 24,87 sekon, mampu menanjak pada sudut kemiringan maksimum 50,99° menggunakan gigi 1, mampu belok dengan sudut belok ( $\delta_i$ ) hingga 40° tanpa terjadi slip.

Kata kunci : Analisis Dinamis, Sistem Kemudi, Sistem Pengereman, Otomotif.

### ABSTRACT

*This study aims to analyze the dynamic performance of the 2011 Toyota Avanza Type G, which includes engine performance, maximum speed, time required to reach maximum speed, climbability and steering system performance. The analysis is based on empirical equations from the existing literature and vehicle specifications. From the analysis results obtained engine performance characteristics, the maximum speed that can be achieved is 165.6 km/h, the time required to reach a maximum speed of 24.87 seconds, able to climb at a maximum slope angle of 50.99° using 1st gear, able to turn with a turning angle ( $\delta_i$ ) to 40° without slipping.*

**Keywords:** Dynamic Analysis, Steering System, Braking System, Automotive.

### 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan zaman, kemajuan teknologi pada bidang otomotif ikut berkembang dengan pesat. Perkembangannya meliputi berbagai aspek, baik dari segi desain model, teknologi mesin, kenyamanan suspensi, keamanan dalam berkendara, dan kecanggihan teknologi lainnya yang dapat ditemui di kendaraan terbaru. Sistem kemudi berfungsi untuk mengatur arah laju kendaraan dengan membelokkan roda depan sesuai dengan arah yang diinginkan pengemudi. Sistem kemudi yang bekerja dengan benar akan memberikan pengendalian kendaraan yang presisi sehingga kendaraan nyaman untuk dikendarai. Sistem pengereman berfungsi untuk mengurangi kecepatan dan menghentikan laju kendaraan saat diperlukan. Sistem pengereman ini sangat penting bagi keselamatan pengendara dan penumpang kendaraan saat berkendara.

Penelitian mengenai analisis dinamis kendaraan sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya, Agung [1] melakukan analisis kinerja dinamis, sistem pengereman, dan sistem kemudi pada Daihatsu Ayla Tipe 1.0 tahun 2017. Dari hasil analisis kinerja dinamis menyimpulkan bahwa spesifikasi kendaraan mendekati dengan spesifikasi pabrik. Pada sistem pengereman kendaraan saat berjalan pada kecepatan tinggi kemudian direm mendadak roda akan mengunci dan slip. Daihatsu ayla akan aman digunakan dalam kecepatan yang sewajarnya, karena dalam kondisi tertentu mobil dapat terguling ketika berbelok dalam kecepatan tinggi.

Adapun analisis pengereman mobil multiguna pedesaan juga dilakukan oleh Prameswari [2], dan didapatkan hasil perhitungan dan analisis adalah  $K_{bf}=0,82$  dan  $K_{br}= 0,18$ . Nilai dari besar gaya rem depan adalah 5.181,34 N sedangkan untuk gaya rem belakang sebesar 1.100,58 N. Berdasarkan nilai proporsi pengereman, maka pada kondisi bermuatan kendaraan cenderung *understeer*, namun pada kondisi tanpa muatan kendaraan cenderung *oversteer*. Maka perlu adanya perbaikan pada sistem pengereman mobil multiguna pedesaan ini.

Analisis dan perbandingan performa dari kendaraan Toyota Agya transmisi manual dengan Toyota Agya dengan transmisi otomatis juga dilakukan oleh Fakhri, 2016 [3]. Dari hasil analisis dan studi eksperimen didapat bahwa dengan kondisi mesin, dinamika kendaraan, dan sistem penyaluran bahan bakar yang sama

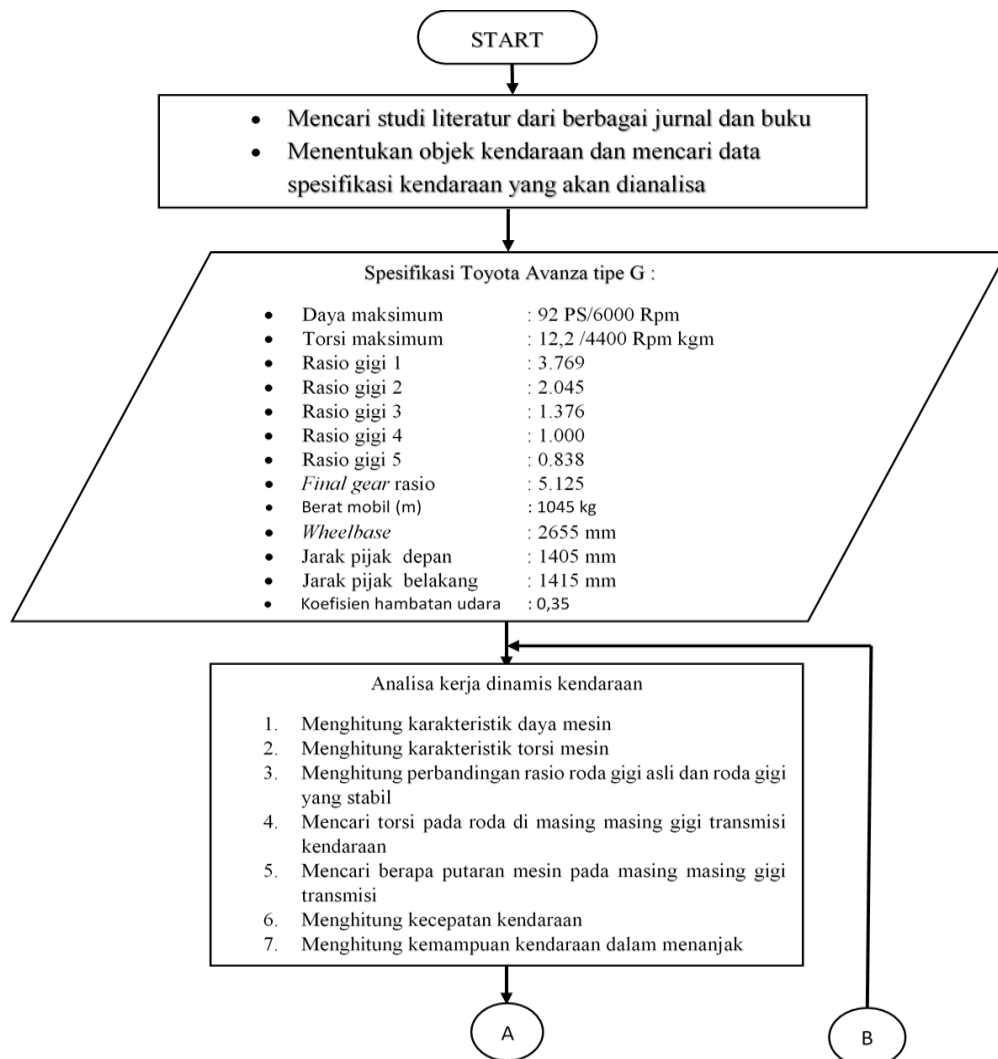
dari kedua kendaraan maka bisa dikatakan bahwa transmisi pada Agya G AT lebih baik dan lebih efektif jika dibandingkan dengan transmisi pada Agya G MT.

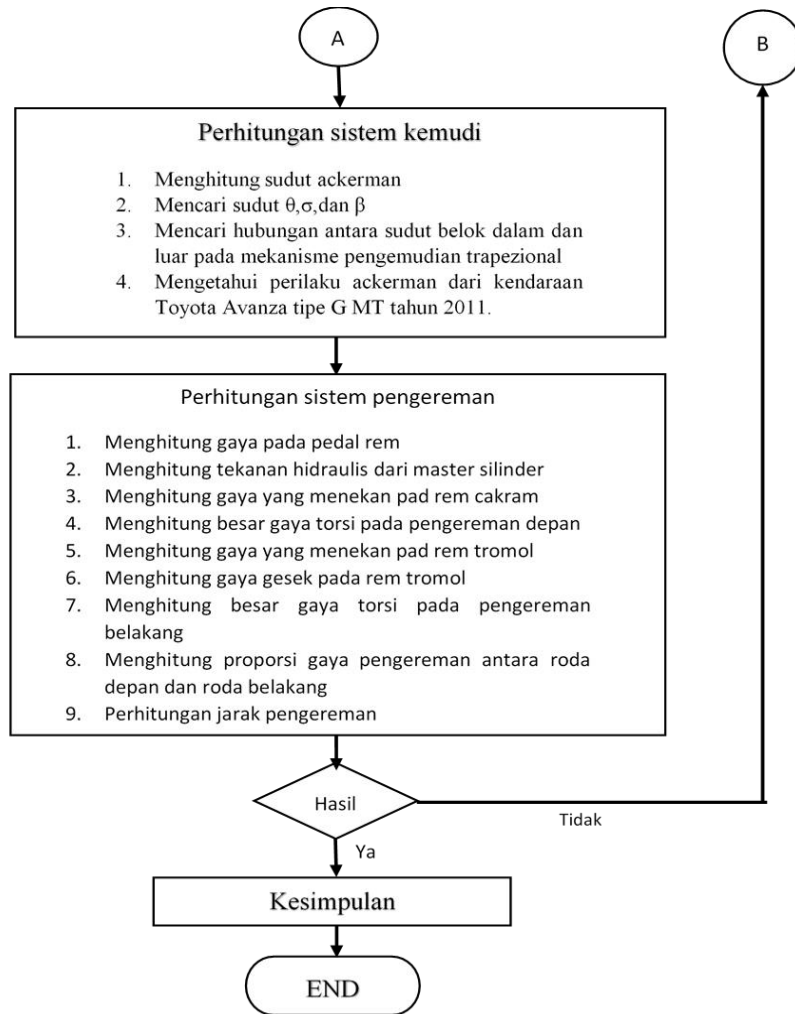
Analisis kemampuan menanjak kendaraan Mitsubishi L300 saat menanjak pada tanjakan dengan kemiringan sudut  $30^\circ$  dilakukan oleh Suminto, 2009 [4]. Berdasarkan hasil analisisnya maka di ambil kesimpulan bahwa mobil Colt L 300 Solar dapat menanjak sudut  $30^\circ$  dengan beban penuh dengan kecepatan 14 km/jam.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja dinamis yang terjadi pada kendaraan Toyota Avanza Type G tahun 2011 dan menganalisis pergerakan dinamis, sistem kemudi dan sistem pengereman dari Toyota Avanza Type G tahun 2011. Dari penelitian ini diharapkan menambah ilmu pengetahuan tentang kinerja dinamis, sistem kemudi kendaraan dan sistem pengereman kendaraan dan mengetahui hasil kinerja dinamis Toyota Avanza Type G tahun 2011.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu analisis yang didasarkan atas persamaan-persamaan empiris yang telah ada di berbagai literatur. Secara garis besar metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 1





Gambar 1 Diagram alir penelitian

**Alat yang digunakan adalah :** Toyota Avanza tipe G tahun 2011 dengan spesifikasi kendaraan sebagai berikut :

- Tipe mesin : K3-VE, 4 silinder, 16 katup, DOHC, VVT-i
- Isi silinder : 1298 cc
- *Bore x stroke* : 72 mm x 79,2 mm
- Daya maksimum : 92 PS/6000 Rpm
- Torsi maksimum : 12,2 kgm/4400 Rpm
- Sistem bahan bakar : *Electronic Fuel Injection (EFI)*
- Jenis bahan bakar : Bensin

**3. HASIL DAN ANALISIS**

Dari hasil analisis diperoleh hasil kinerja Toyota Avanza Type G tahun 2011 berikut ini.

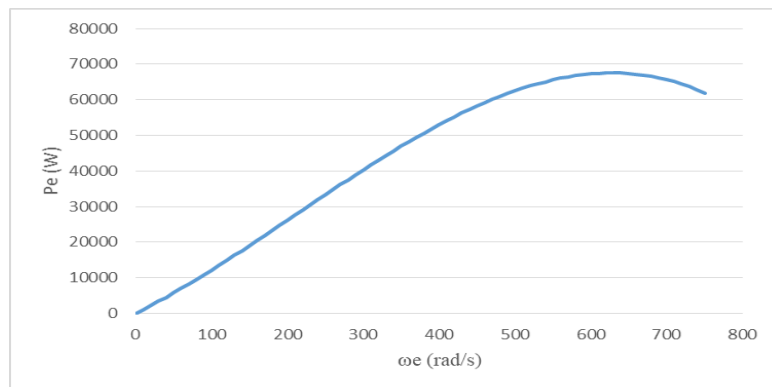
**3.1. Kinerja mesin**

Kinerja mesin merupakan hubungan anatar daya dengan dan torsi dengan putaran mesin menurut [1] dapat dicari secara pendekatan dengan Persamaan :

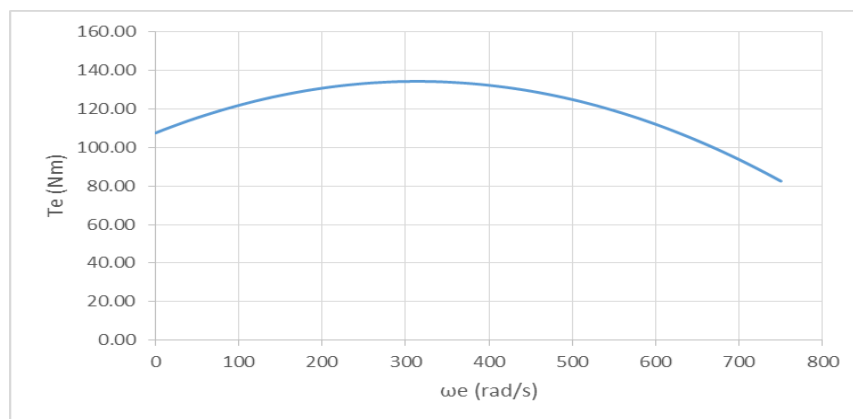
$$P_e = P_1 \omega_e + P_2 \omega_e^2 + P_3 \omega_e^3 \dots\dots\dots (1)$$

$$T_e = P_1 + P_2 \omega_e + P_3 \omega_e^2 \dots\dots\dots (2)$$

Dengan  $P_1$ ,  $P_2$  dan  $P_3$  masing-masing adalah koefisien yang harganya tergantung dari daya maksimum dan putaran mesin. Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh hubungan daya dan putaran mesin seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Hubungan antara daya dengan putaran mesin Toyota Avanza

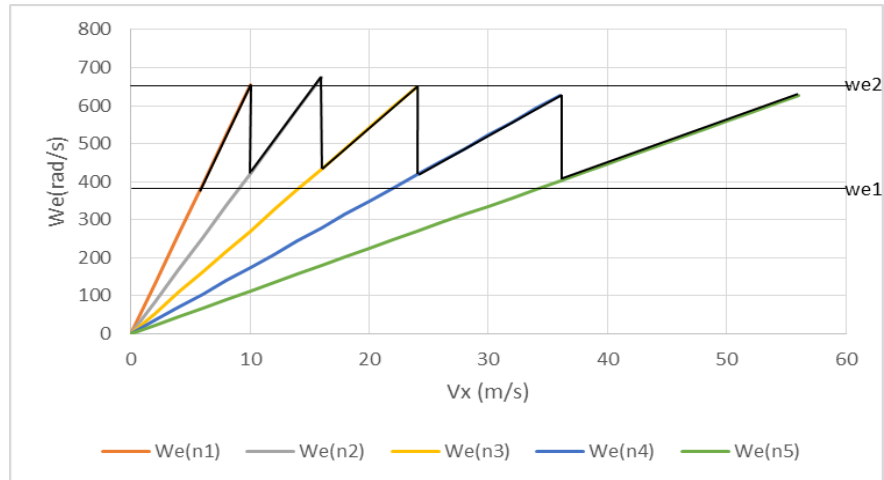


Gambar 3 Hubungan antara torsi dengan putaran mesin Toyota Avanza

Dari Gambar 2 dan Gambar 3 dapat diketahui hubungan antara putaran mesin dengan torsi kendaraan. 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. Pada spesifikasi teknis yang dikeluarkan oleh pabrikan, Toyota Avanza tipe G tahun 2011 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.

**3.2. Kecepatan maksimum dan eaktu yang diperlukan untuk memperoleh kecepatan dari 0 sampai kecepatan maksimum**

Untuk menentukan waktu yang diperlukan untuk memperoleh kecepatan dari 0 sampai kecepatan maksimum, haru dicari lebih dulu kecepatan maksimum yang mampu diperoleh untuk tiap-tiap gigi ransmisi. Hubungan antara kecepatan kendaraan ( $v_x$ ) dengan kecepatan sudut mesin ( $\omega_e$ ) untuk masing-masing gigi transmisi dtunjukkan pada Gambar 4



Gambar 4 Hubungan antara kecepatan kendaraan ( $v_x$ ) dengan kecepatan sudut mesin ( $\omega_e$ ) Toyota Avanza

Dari Gambar 4 diperoleh bahwa kecepatan kendaraan maksimum yang dapat dicapai adalah 46 m/s (165,6 km/jam). Berdasarkan pembagian kerja disetiap gigi transmisi pada gigi ke-1 daerah kerja kecepataannya dimulai 0 m/s sampai 10 m/s. Pada gigi ke-2 daerah kerja kecepataannya dimulai dari 10 m/s sampai 16 m/s. Pada gigi ke-3 daerah kerja kecepataannya dimulai dari 16 m/s sampai 24 m/s. Pada gigi ke-4 daerah kerja kecepataannya dimulai dari 24 m/s sampai 36 m/s. Dan pada gigi ke-4 daerah kerja kecepataannya di mulai dari 36 m/s sampai 46 m/s. Jumlah waktu yang diperlukan kendaraan untuk mencapai kecepatan maksimalnya adalah :

$$T_{total} = t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + (5 \times 0,47)$$

$$T_{total} = 2,58 + 1,67 + 2,59 + 3,98 + 6,11 + 5,49 + (5 \times 0,47)$$

$$T_{total} = 24,87 \text{ s}$$

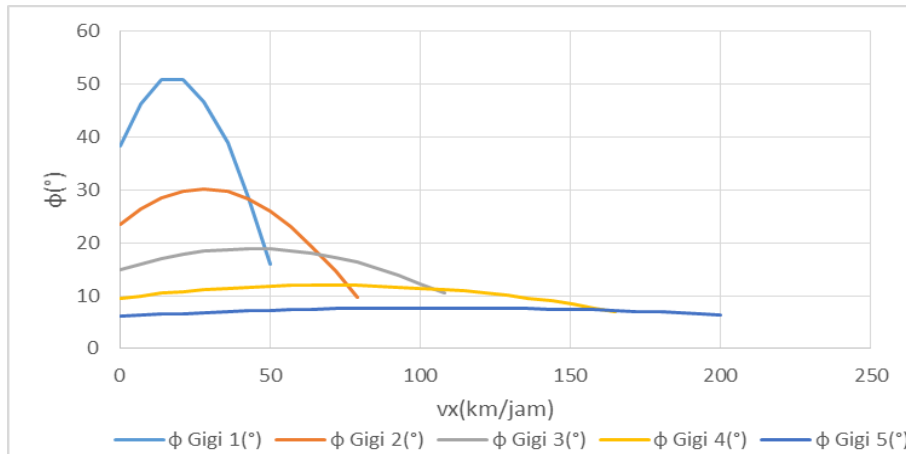
Jadi waktu yang diperlukan kendaraan Toyota Avanza tipe G tahun 2011 dari kecepatan 0 m/s sampai kecepatan 46 m/s adalah 24,87 s.

**3.3. Kemampuan Menanjak**

Untuk menghitung kemampuan menanjak kendaraan menurut [1], digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\phi = \text{asin} \frac{T}{R_w m g}$$

Dengan  $\phi$  sudut tanjakan, T torsi yang pada roda,  $R_w$  jari-jari roda. Dari hasilperhitungan diperoleh hubungan antara sudut tanjakan ( $\phi$ ) dengan kecepatan kendaraan ( $v_x$ ) untuk masing-masing gigi, seperti ditunjukkan pada Gambar 5



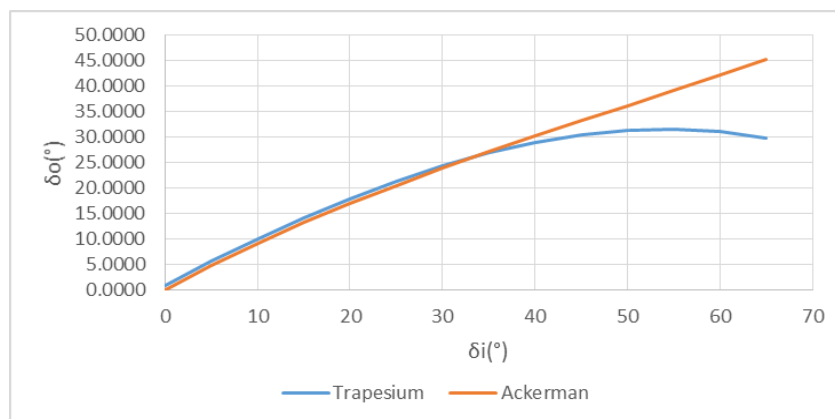
Gambar 5. Hubungan antara sudut tanjakan ( $\phi$ ) dengan kecepatan ( $v_x$ ) untuk masing-masing gigi transmisi Toyota Avanza

Dari Gambar 5 didapatkan bahwa kemampuan menanjak maksimal mobil Toyota Avanza tipe G tahun 2011 pada roda gigi ke-1 adalah sebesar  $50,99^\circ$  pada kecepatan 21,6 Km/jam (6 m/s). Sedangkan pada roda gigi ke-2 kemampuan menanjaknya sebesar  $30,20^\circ$  pada kecepatan 28,8 Km/jam (8 m/s). Pada roda gigi ke-3 kemampuan menanjaknya sebesar  $18,87^\circ$  pada kecepatan 43,2 Km/jam (12 m/s). Pada roda gigi ke-4 kemampuan menanjaknya sebesar  $12^\circ$  pada kecepatan 64,8 Km/jam (18 m/s). Dan pada roda gigi ke-5 kemampuan menanjaknya sebesar  $7,68^\circ$  pada kecepatan 100,8 Km/jam (28 m/s). Sehingga dapat diketahui bahwa kemampuan menanjak maksimal mobil Toyota Avanza tipe G tahun 2011 adalah pada jalan menanjak dengan kemiringan  $50,99^\circ$  dengan menggunakan gigi ke-1 pada kecepatan 21,6 Km/jam.

Namun ketika dilakukan uji coba lapangan, pada jalan menanjak dengan keniringan sekitar  $20^\circ$  dengan keadaan awal berhenti, kendaraan mampu menanjak dengan menggunakan gigi 1 dengan kecepatan 20 km/jam sampai ke akhir tanjakan.

### 3.4 Kinerja Sistem Kemudi

Sistem kemudi pada mobil Avanza menggunakan sistem trapesoidal. Untuk mengetahui kinerja sistem kemudi adalah dengan membandingkannya dengan kondisi ideal, yaitu kondisi Ackerman. Bilamana terjadi penyimpangan terhadap kondisi ideal berarti terjadi gesekan antara roda kemudi dengan jalan. Dari hasil perhitungan diperoleh hubungan antar sudut belok roda sisi luar ( $\delta_i$ ) dengan sudut belok roda sisi luar ( $\delta_o$ ) seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan antara sudut belok sisi dalam ( $\delta_i$ ) dengan sudut belok roda sisi luar ( $\delta_o$ ) sistem kemudi mobil Avanza dan kondisi Ackerman

Dari Gambar 6, dapat diketahui sistem kemudi kendaraan Toyota Avanza tipe G tahun 2011 terdapat penyimpangan bila dibandingkan dengan kondisi Ackerman. Penyimpangan akan semakin besar bila  $\delta_i$  melebihi  $40^\circ$ , yang akan menyebabkan terjadinya slip pada roda kemudi ketika kendaraan belok

#### 4. KESIMPULAN

Dari perhitungan dan analisa yang sudah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan secara teoritis sebagai berikut :

1. Dapat diperoleh pendekatan karakteristik kinerja mesin, yang merupakan hal yang sangat penting sebagai dasar analisis dinamis kendaraan.
2. Kendaraan Toyota Avanza tipe G tahun 2011 untuk mencapai kecepatan 160 km/jam membutuhkan waktu selama 24,87 s.
3. Kemampuan menanjak maksimal mobil Toyota Avanza tipe G tahun 2011 adalah pada jalan menanjak dengan kemiringan  $50,99^\circ$  dengan menggunakan gigi ke-1 pada kecepatan 21,6 km/jam.
4. Kendaraan dapat membelok tanpa terjadi gesekan hingga sudut belok maksimum  $40^\circ$  maka selisih sudut  $\delta_o$  trapesium dengan sudut  $\delta_o$  Ackerman semakin besar, ini akan menyebabkan kendaraan memiliki resiko roda akan slip ketika sedang berbelok karena tidak mencapai kondisi Ackerman yang seharusnya.
5. Untuk mengetahui kinerja yang lebih aktual, perlu dilakukan pengujian secara kongkrit di lapangan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknologi Industri ITNY yang telah membiayai publikasi penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung. W. S. (2021). *Menganalisis Kinerja Dinamis Dan Sistem Kemudi Mobil Daihatsu Ayla Tipe 1.0 MT 2017*. Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- [2] Deajeng Prameswari, dan Yohanes. (2019). *Analisa Sistem Pengereman pada Mobil Multiguna Pedesaan*. Jurnal Teknik ITS Vol. 8, No. 1, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [3] Fakhri. H. N. (2016). *Analisa Dan Studi Eksperimen Peforma Toyota Agya Yang Menggunakan Transmisi Manual Dengan Toyota Agya Yang Menggunakan Transmisi Otomatis*, PhD Thesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [4] Reza N. Jazar (2008). *Vehicle Dynamics Theory and Application*. Springer Science+Business Media. New York.
- [5] Suminto. (2009). *Analisis Kecepatan Kendaraan Mobil Colt L00 Solar Saat Menanjak  $30^\circ$  Dengan Beban Penuh Trayek Pekanbaru - Pasir Pengaraian*, Jurnal Aptek, Politeknik Negeri Sriwijaya