

Karakteristik Traksi dan Kinerja Transmisi pada Sistem Gear Transmission dan Gearless Transmission

A.A.I.A. Sri Komaladewi^{1)*} dan I Ketut Adi Atmika¹⁾

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana Kampus Bukit, Jimbaran-Bali
komaladewijegeg@yahoo.co.id

Abstrak

Sistem transmisi adalah salah satu komponen penting pada sistem *drive train*, yang fungsi utamanya adalah mentransmisikan atau mentransformasikan torsi yang keluar dari mesin sampai ke torsi yang terjadi pada roda penggerak. Ratio transmisi berpengaruh terhadap besarnya torsi yang dapat ditransmisikan, sedangkan jumlah tingkat kecepataannya berpengaruh terhadap kehalusan (*smoothness*) proses transmisi dan transformasi daya pada sistem transmisi tersebut. Karakteristik traksi dan kinerja transmisi kendaraan yang diuji adalah Toyota Kijang Inova tahun 2012. Pemodelan kinerja traksi dilakukan dengan metode simulasi. Karakteristik traksi dari sistem transmisi kendaraan dianalisa paada beberapa tingkat kecepatan untuk mengatasi berbagai hambatan sepanjang kondisi operasi kendaraan. Perhitungan awal dari *ratio* gigi antara yang tertinggi dan terendah dapat dicari dengan menggunakan hukum Progresi Geometri. Ratio dari roda gigi akhir (terendah) ditentukan oleh kecepatan maksimum kendaraan yang akan dirancang. Sedangkan traksi maksimum atau tanjakan maksimum menentukan besar ratio roda gigi awal (tertinggi). Kemudian ratio diantara kedua batas tersebut dibuat sedemikian rupa agar traksi yang dihasilkan kendaraan dapat mendekati karakteristik idealnya. Modifikasi ratio gigi transmisi dari standarnya mendapatkan kebutuhan traksi yang lebih kecil untuk kecepatan yang sama, baik pemasangan 4 tingkat, 5 tingkat, maupun 6 tingkat kecepatan. Jarak kurva traksi antara dua ratio gigi menunjukkan besarnya traksi yang tidak terpakai. Dari grafik kinerja transmisi menunjukkan semakin banyak tingkat transmisi, semakin kecil traksi yang terbuang. Karakteristik traksi mendekati karakteristik idealnya pada *gearless transmission system* dengan 10 stages.

Kata kunci: *drive train*, rasio transmisi, kinerja traksi, progresi geometri, *gearless transmission*

Abstract

The transmission system is one of the important components in the drive train system, whose main function is to transmit or to transform out of the engine torque to the torque that occurs at the drive wheels. Transmission ratio affects the amount of torque that can be transmitted, while the number of speed levels affect the fineness (*smoothness*) transmission process and the transformation of power in the transmission system. Traction characteristics and transmission performance vehicles are tested on Toyota Kijang Inova 2012. Modeling traction performance is realized with simulation methods. Traction characteristics of the vehicle transmission system is analyzed at several levels of speed to overcome various obstacles along the vehicle operating conditions. Preliminary calculations of the gear ratio between the highest and lowest can be found using Geometry Progression law. Ratio of last gear (the lowest) is determined by the maximum speed of the vehicle to be designed. While the maximum traction or maximum incline determine the initial gear ratio (the highest). Then the ratio between the two limits is made such that the resulting traction vehicle can approach the ideal characteristics. Modification of the transmission gear ratio from the standard condition yield traction needs which is smaller in the same speed, whether the installation of 4 levels, 5 levels, more even at 6 levels of speed. The distance of traction curve between 2 of gear ratio indicates the amount of unused traction. From the graph of transmission performance indicate that the more the level of transmission, the less traction is wasted. Traction characteristics approaching the its ideal characteristics at *gearless transmission system* with 10 levels.

Keywords: drive train, transmission ratio, traction performance, geometric progression, gearless transmission

1. PENDAHULUAN

Sistem transmisi kendaraan bermotor saat ini ada yang membedakan menjadi sistem transmisi manual (*manual transmission*) dan sistem transmisi otomatis (*automatic transmission*), ada pula yang membedakan menjadi sistem transmisi dengan roda gidi (*gear transmission system*) dan sistem transmisi tanpa roda gigi (*gearless transmission system*). *Gearless transmission system* saat ini lebih dikenal dengan sebutan *Continuouse Variabel Transmission (CVT)* [1], [2]. Sistem transmisi

* Penulis korespondensi, tlp: 0361-703321,
Email: komaladewijegeg@yahoo.co.id

dengan roda gigi mempunyai batas *range ratio* dan jumlah tingkat kecepatan yang terbatas juga. Batas ini berpengaruh besar terhadap performa traksi kendaraan, disamping faktor getaran (noise) yang ditimbulkan, juga kehilangan energi yang lebih besar dibandingkan dengan type *gearless transmission* [3].

Karakteristik traksi pada kendaraan bermotor pada pokoknya meliputi kemampuan kendaraan untuk dipercepat, dan mengatasi hambatan-hambatan yang terjadi, diantaranya hambatan rolling, hambatan tanjakan, juga hambatan aerodinamis [4]. Kemampuan kendaraan tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin kendaraan dan pemilihan tingkat serta ratio transmisi. Untuk menggerakkan kendaraan dibutuhkan gaya dorong yang cukup untuk melawan semua hambatan yang terjadi pada kendaraan. Gaya dorong dari suatu kendaraan terjadi pada roda penggerak kendaraan. Gaya dorong ini ditransformasikan dari torsi mesin kendaraan kepada roda penggerak yang terdiri dari kopling, transmisi, gigi diferensial, dan poros penggerak.

Berdasarkan kebutuhan gerak dari kendaraan, maka dapat dikatakan bahwa pada kecepatan rendah diperlukan gaya dorong yang besar untuk dapat menghasilkan percepatan yang cukup besar atau untuk dapat menanjak tanjakan yang cukup terjal. Pada kecepatan tinggi dimana percepatan sudah tidak diperlukan lagi, maka gaya dorong yang diperlukan hanya untuk melawan hambatan angin dan hambatan *rolling*.

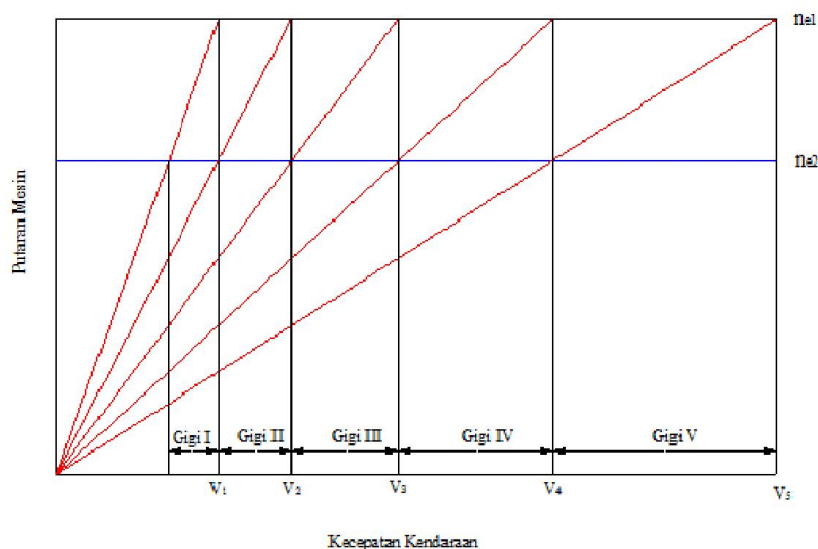
2. METODE

Analisa traksi dan kinerja transmisi kendaraan dilakukan dengan metode simulasi. Karakteristik traksi dari sistem transmisi kendaraan dianalisa pada beberapa tingkat kecepatan untuk mengatasi berbagai hambatan sepanjang kondisi operasi kendaraan.

Perhitungan awal dari *ratio* gigi antara yang tertinggi dan terendah dapat dicari dengan menggunakan hukum Progresi Geometri [4]. Dasar dari metoda ini adalah batas kecepatan operasi dari mesin terendah (ne_1) dan tertinggi (ne_2) harus ditentukan lebih dahulu, seperti ditunjukkan pada gambar 1. Penetapan ini berdasarkan karakteristik torsi dari mesin, biasanya dipilih disekitar torsi maksimum mesin.

Ratio dari roda gigi akhir (terendah) ditentukan oleh kecepatan maksimum kendaraan yang akan dirancang. Sedangkan traksi maksimum atau tanjakan maksimum menentukan besar ratio roda gigi awal (tertinggi). Kemudian ratio diantara kedua batas tersebut dibuat sedemikian rupa agar traksi yang dihasilkan kendaraan dapat mendekati karakteristik idealnya.

Pada gigi awal hambatan yang bekerja pada kendaraan adalah *rolling resistance* dan gaya inersia, sedangkan hambatan aerodinamis diasumsikan berharga nol karena kecepatan kendaraan masih rendah. sehingga daya yang dibutuhkan dihitung untuk mengatasi gaya-gaya hambatan tersebut.



Gambar 1 Pemilihan ratio gigi dengan progresi geometri [4]

Dari data daya maksimum mesin, dan mengambil atau memperkirakan sepanjang *drive train* terjadi kerugian sebesar 9,5 %. Kemudian rumusan daya maksimum dan besarnya traksi pada roda penggerak dihitung dengan persamaan 1 dan persamaan 2 [4].

$$P_{mak} = R_r.V + \frac{W}{g}.a.V \quad (1)$$

dimana : R_r = rolling resistance (N)
 V = kecepatan kendaraan (m/s)
 W = berat total kendaraan (N)
 g = gravitasi (m/s^2)

$$F = R_r + \frac{W}{g} a \quad (2)$$

Untuk melihat kondisi slip roda penggerak maka traksi maksimal yang terjadi pada roda penggerak harus lebih kecil dari gaya maksimal yang mampu ditahan oleh bidang kontak antara ban dan jalan. Kemudian rasio pada tingkat transmisi I adalah :

$$i_1 = \frac{F \times r}{M_e \times i_d \times \eta_t} \quad (3)$$

Rasio roda gigi akhir dirancang berdasarkan kecepatan maksimum kendaraan yang diharapkan bisa dicapai. Rumusan traksi maksimum dan rasio gigi akhir ditunjukkan pada persamaan 4 dan persamaan 5 [4].

$$F_m = R_r + R_a \quad (4)$$

dimana : R_a = hambatan aerodinamis (N)

$$i_n = \frac{F_m \times r}{M_e \times i_d \times \eta_t} \quad (5)$$

Dimana : r = jari-jari roda kendaraan (m)
 M_e = Torsi engine (Nm)
 i_d = rasio gardan
 η_d = efisiensi transmisi

Kemudian ratio roda gigi diantara kedua batas dicari dengan menghitung besarnya K_g untuk jumlah tingkat kecepatan yang ingin dirancang, harga K_g dapat dihitung.

$$K_g = \left(\frac{i_n}{i_1} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kendaraan yang diambil sebagai obyek yang ingin dirancang dan dianalisis karakteristik traksi adalah Toyota Kijang Inova tahun 2012 dengan spesifikasi sebagai berikut;

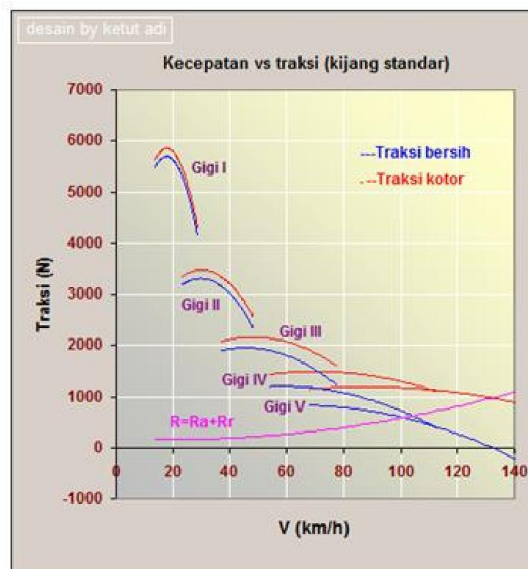
- Berat kendaraan kosong (W_k) : 12544 N
- Berat kendaraan + penumpang (W) : 13030 N
- Panjang Wheel Base (L) : 2500 mm
- Jarak poros depan ke titik berat : 1180 mm
- Tinggi titik berat (h) : 420 mm
- Daya maksimum mesin/Putaran : 63 Hp (47 KW) / 5000 Rpm
- Torsi maksimum/putaran : 11,3 kg m (110,74 Nm) / 2800 Rpm
- Transmisi : 5 tingkat kecepatan
- Perbandingan gigi : I. 3,928
II 2,333
III. 1,451
IV. 1,000
V. 0,798
- Perbandingan differensial : 4,777
- Diameter Roda : 0,59 m

Hasil rancangan rasio gigi transmisi ditunjukkan pada tabel 1

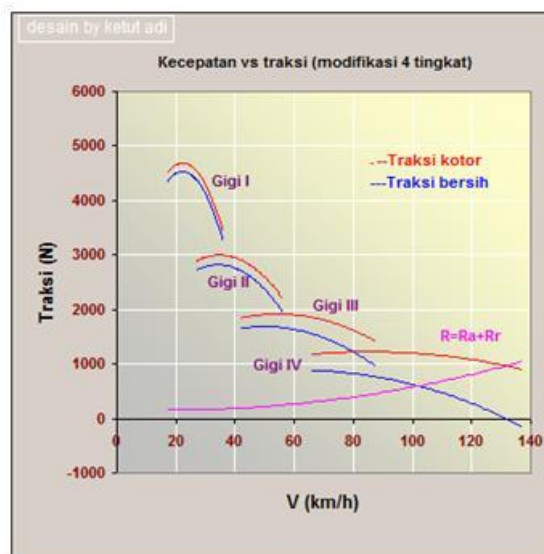
Tabel 1 Rasio gigi transmisi hasil rancangan

4 tingkat kecepatan		5 tingkat kecepatan		6 tingkat kecepatan	
I	3.145	I	3.145	I	3.145
II	2.011	II	2.249	II	2.401
III	1.286	III	1.608	III	1.839
IV	0.822	IV	1.15	IV	1.406
		V	0.822	V	1.075
				VI	0.822

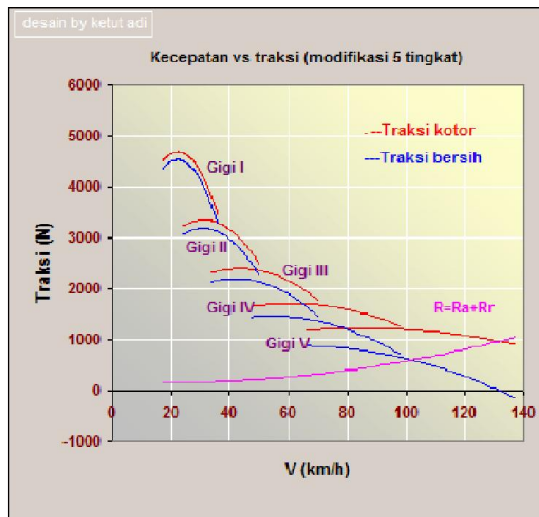
Grafik karakteristik traksi untuk kondisi standar an hasil rancangan pada masing-masing pemasangan tingkat kecepatan tersebut ditampilkan pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5. Karakteristik kinerja traksi pada *gearless transmission* dengan 10 *stages* ditunjukkan pada Gambar 6.



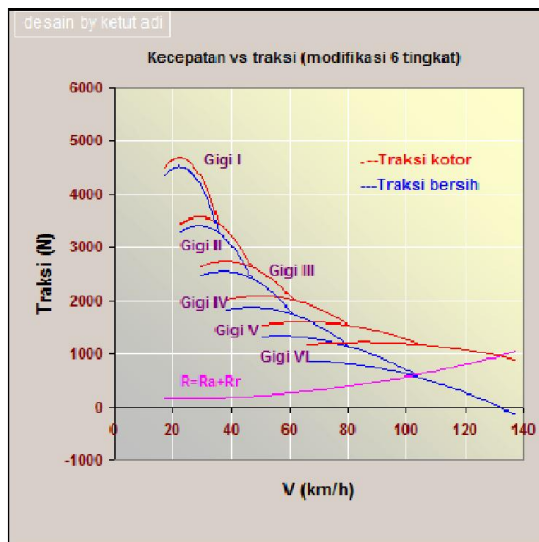
Gambar 2 Karakteristik kinerja transmisi pada kondisi standar



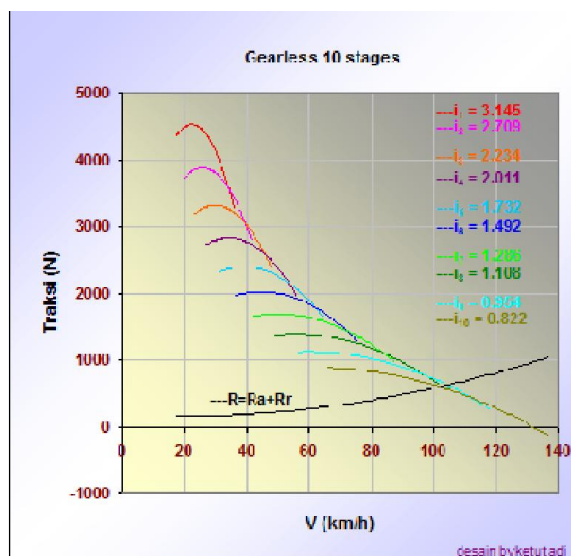
Gambar 3 Karakteristik kinerja transmisi pada 4 tingkat kecepatan



Gambar 4 Karakteristik kinerja transmisi pada 5 tingkat kecepatan



Gambar 5 Karakteristik kinerja transmisi pada 6 tingkat kecepatan



Gambar 6 Karakteristik kinerja transmisi pada *gearless transmission* 10 stage

Dari Gambar 2, yaitu pada kondisi standar masih ada jarak yang cukup jauh antara gigi I dan gigi II, sehingga ada cukup banyak traksi yang terbuang saat pemindahan rasio gigi transmisi, sedangkan antara gigi III, IV, dan V sudah cukup bagus. Kemudian rancangan rasio gigi dengan 4 tingkat kecepatan (Gambar 3) kehilangan traksi antara gigi I dan II sudah lebih kecil atau kebutuhan traksi menjadi lebih kecil. dan diperbaiki lagi untuk rancangan dengan 5 tingkat kecepatan maupun 6 tingkat kecepatan. Kemudian karakteristik traksi mendekati ideal didapat pada *gearless transmission* dengan 10 *stages*.

4. SIMPULAN

Dari uraian dan analisa dapat disimpulkan :

- Dengan mengubah ratio gigi transmisi kendaraan, maka gaya traksi yang dihasilkan akan bervariasi dan akan berpengaruh pada kemampuan kendaraan dalam melalui kondisi operasi tertentu.
- Modifikasi ratio gigi transmisi dari standarnya mendapatkan kebutuhan traksi yang lebih kecil untuk kecepatan yang sama, baik pemasangan 4 tingkat, 5 tingkat, maupun 6 tingkat kecepatan.
- Jarak kurva traksi antara dua ratio gigi menunjukkan besarnya traksi yang tidak terpakai. Dari grafik kinerja transmisi menunjukkan semakin banyak tingkat transmisi, semakin kecil traksi yang terbuang.
- Karakteristik traksi vs kecepatan mendekati karakteristik idealnya pada *gearless transmission system* dengan 10 *stages*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi Atmika I Ketut, *Desain dan Karakteristik Sistem Kontrol Torsi dengan CVT Untuk Memperbaiki Stabilitas Arah Kendaraan*, Jurnal IPTEK, Vol 15. No.3, Surabaya, 2004.
- [2] Dwi Budiana P., Adi Atmika I Ketut, Ary Subagia IDG., *Variasi Berat Roller Sentrifugal Pada Continuously Variable Transmission terhadap Kinerja Traksi Sepeda Motor*, Jurnal CAKRAM, Vol 2. No.2. Denpasar, 2008.
- [3] Agus Sigit P., Sutantra I Nyoman, Iwan Fauzan., *Design and Performance Characteristic of Gearless Variable Transmission Applied for Automobile*, Proceeding, FISITA World Automotive Congress, Seoul, Korea, 2000.
- [4] Sutantra I Nyoman, *Teknologi Otomotif – Teori dan Aplikasinya*, Guna Widya, Surabaya, 2001.