

Perbaikan Performa Traksi dengan Modifikasi Rasio Gigi Transmisi

I Gusti Agung Kade Suriadi¹⁾, I Ketut Adi Atmika^{1)*}, I Made Dwi Budiana Penindra¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362
Email: gungsuriadi@yahoo.co.id, tutadi@me.unud.ac.id

Abstrak

Salah satu aspek penting dalam menentukan daya saing suatu produk otomotif adalah kemampuan atau performa traksi, yaitu kemampuan kendaraan untuk melakukan percepatan, melawan hambatan angin, melawan hambatan rolling, melawan gaya tanjakan dan kemungkinan untuk menarik suatu beban. Besar kecilnya traksi untuk setiap tingkat gigi serta kecepatan kendaraan yang mampu dicapai dapat dikendalikan dengan mengatur rasio dan tingkat transmisi. Rasio transmisi berpengaruh terhadap besarnya torsi yang dapat ditransmisikan, sedangkan jumlah tingkat kecepatannya berpengaruh terhadap kehalusan proses transmisi dan transformasi daya pada sistem transmisi tersebut. Untuk mencari perbandingan gigi antara tingkat transmisi terendah dan tertinggi adalah dengan cara progresi geometri. Dasar dari penggunaan metode ini adalah untuk mendapatkan rasio dan jumlah tingkat kecepatan gigi transmisi pada daerah kecepatan operasi mesin yang sama sehingga *fuel economy* pada setiap gigi akan sama. Modifikasi rasio gigi menghasilkan kurva traksi dimana jarak kurva gigi yang berdekatan semakin dekat. Hal ini menunjukkan kehilangan daya waktu pemindahan gigi transmisi semakin kecil, atau dengan kata lain kinerja traksinya semakin baik. Perancangan rasio dengan pemasangan 6 tingkat kecepatan, menghasilkan kurva traksi dengan jarak antara kurva traksi sangat dekat, berarti kinerja traksinya paling baik.

Kata kunci: Gaya traksi, rasio gigi, jumlah tingkat kecepatan, hambatan rolling.

Abstract

One of important aspect in determining competitiveness of a product otomotif is traction performance, that is ability vehicle to increasing the acceleration, melawan of wind resistance, overcoming of rolling resistance, overcoming of grade resistance and possibility to draw an burden. The level of traction from gear ratio stage and also vehicle speed capable to be reached manageable by arranging ratio and number of level transmission. Transmission ratio have an effect on to level of torque which can transmission, while amount mount its speed have an effect on to softness process the transmission and transformasi energy at the transmission system. Giving for the gear ratio by progresi geometry method. Elementary from this method use is to get the ratio and sum up the level of speed at speed area operate for the same machine so that fuel economy in each gear ratio will be equal. Modification of gear ratio giving the traction curve where nearby gear ratio curve distance closer. Ratio scheme with the installation 6 stage of kecepatan giving traction curve with the distance of traction curve sting near by, meaning best performance traction.

Keywords: Traction, gear ratio, amount level stage, rolling resistance

1. PENDAHULUAN

Performa traksi adalah salah satu aspek penting dalam menentukan daya saing suatu produk otomotif. Performa traksi dari suatu produk otomotif telah dihitung diatas kertas pada tahap perancangannya. Namun karena proses perancangan adalah proses yang iteratif maka diperlukan perhitungan performa berulang kali untuk melahirkan suatu produk otomotif yang berkualitas. Salah satu performa yang penting adalah kemampuan kendaraan untuk melakukan percepatan, melawan hambatan angin, melawan hambatan rolling, melawan gaya tanjakan dan kemungkinan untuk menarik suatu beban. Gaya yang timbul pada roda penggerak untuk melawan hambatan tersebut disebut dengan gaya dorong atau gaya traksi. Gaya traksi yang terjadi pada bidang kontak roda penggerak dan jalan dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya adalah : karakteristik torsi mesin, karakteristik *coupling*, rasio dan tingkat transmisi, rasio gardan, karakteristik *propeller shaft*, diameter efektif roda, karakteristik kontak roda dan jalan. Dari sekian banyak parameter yang mempengaruhi salah satu yang sangat besar pengaruhnya adalah rasio dan tingkat transmisi. Besar kecilnya traksi untuk setiap tingkat gigi serta kecepatan kendaraan yang mampu dicapai dapat dikendalikan dengan mengatur

*Penulis korespondensi, HP: 6281236785776,
Email: tutadi@me.unud.ac.id

rasio dan tingkat transmisi. Rasio transmisi berpengaruh terhadap besarnya torsi yang dapat ditransmisikan, sedangkan jumlah tingkat kecepatannya berpengaruh terhadap kehalusan (*smoothness*) proses transmisi dan transformasi daya pada sistem transmisi tersebut. Dengan demikian kemampuan kendaraan untuk melakukan akselerasi, melalui tanjakan, melawan gaya angin, serta melawan *rolling resistance* dapat dikendalikan melalui perancangan yang tepat terhadap rasio dan jumlah tingkat transmisi.

Sutantra et.all menguraikan tentang karakteristik drive line dan pengaruhnya terhadap perilaku traksi kendaraan [1]. Wirakusuma melakukan pengujian dan menganalisa karakteristik traksi kendaraan Toyota Kijang [2]. Hartana membahas karakteristik beban angin dan mencari koefisien aerodinamik dari beberapa jenis kendaraan, kemudian dilakukan analisa pengaruh beban angin terhadap stabilitas arah dan kemampuan traksi kendaraan. Dihasilkan dalam studi tersebut bahwa gaya hambat, gaya angkat dan momen pitching yang terlihat berpengaruh terhadap kemampuan traksi kendaraan [3].

Adi Atmika mengulas perbandingan karakteristik traksi dan kinerja transmisi pada sistem standar dan sistem modifikasi [4]. Agus Sigit.et.all menjabarkan performance traksi pada gearless transmission [5].

2. METODE

2.1. Formula Traksi dan Hambatan

Karakteristik traksi pada kendaraan bermotor pada pokoknya meliputi kemampuan kendaraan untuk dipercepat, dan mengatasi hambatan-hambatan yang terjadi, diantaranya hambatan rolling (*rolling resistance*), hambatan tanjakan, juga hambatan aerodinamis [6].

$$F = R_a + R_r + R_d + R_g + \frac{W}{g} \cdot a \quad (1)$$

dimana :

- F= total gaya traksi yang dibutuhkan
- R_a = hambatan aerodinamis
- R_r = Rolling resistance
- R_d = hambatan karena menarik beban
- R_g = hambatan tanjakan.
- W = berat total kendaraan
- a = percepatan kendaraan

Untuk memindahkan daya (power) dari putaran mesin ke roda penggerak diperlukan suatu mekanisme tertentu. Mekanisme yang digunakan untuk memindahkan daya dari motor hingga ke roda penggerak tersebut dinamakan Sistem Transmisi Daya atau Sistem Drive Train.

Secara umum rangkaian mekanisme yang digunakan untuk memindahkan daya dari motor ke roda penggerak yang terdiri dari komponen kopling, gear box, poros propeler dan differensial

Dalam sistem drive train akan terjadi losses atau kerugian yang disebabkan oleh gesekan yang terjadi antar gigi pada roda gigi, gesekan pada bantalan, juga akibat tahanan minyak pelumas. Berikut ini adalah harga efisiensi yang biasa untuk beberapa komponen sistem drive train [6].

- ◆ Kopling : 99%
- ◆ Tiap pasangan roda gigi : 95-97 %
- ◆ Bantalan dan sambungan : 98-99%

Bila suatu sistem drive train dikarakteristikan dengan parameter-parameter efisiensi sistem drive train (η_t) dan perbandingan gigi reduksi (i), maka traksi pada roda penggerak dapat dirumuskan [6]:

$$F_k = \frac{716 \cdot P \cdot i_k \cdot i_d}{N \cdot r} y_t \quad (2)$$

dimana :

- F_k = gaya traksi pada tingkat ke- k (Kgf)
- P = daya mesin (Hp)
- N = putaran mesin (Rpm)
- r = jari-jari roda penggerak (m)
- i_k, i_d = ratio roda gigi ke-k dan ratio gigi differensial.

Atau persamaan 3 ditulis dalam bentuk lain [6] :

$$F_k = \frac{M_e(v) \cdot i_k \cdot i_d}{r} y_t \quad (4)$$

dimana :

F_k = gaya traksi pada tingkat ke- k (N)
 M_e = torsi mesin untuk kecepatan v (Nm)

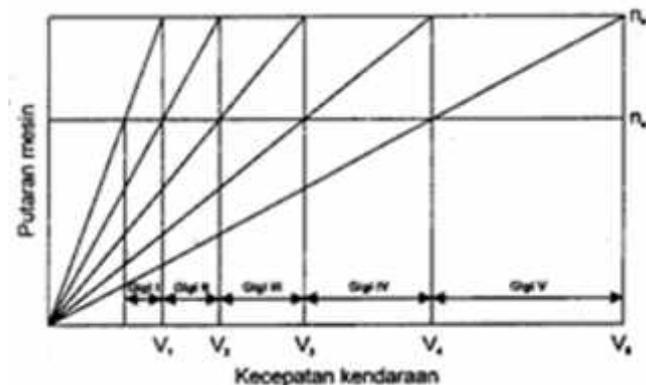
Kemudian hubungan antara kecepatan kendaraan dan kecepatan putaran mesin adalah [6] :

$$V = \frac{0,06(1-s)f \cdot D \cdot N}{i_d \times i_k} \quad (5)$$

dimana :

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)
s = Koefisien slip pada ban (2-5 %)
D = diameter roda (m)
N = putran mesin (Rpm)

Dalam perhitungan awal, ratio gigi antara yang tertinggi dan terendah dapat dicari dengan menggunakan hukum Progresi Geometri. Dasar dari metoda ini adalah batas kecepatan operasi dari mesin terendah (ne_1) dan tertinggi (ne_2) harus ditentukan lebih dahulu. Penetapan ini berdasarkan karakteristik torsi dari mesin, biasanya dipilih disekitar torsi maksimum mesin. Konsep dari metode progresi geometris, ditunjukkan seperti Gambar 1 [6].



Gambar 1 Pemilihan rasio gigi dengan progresi geometri [5]

2.2. Prosedur Penelitian

Langkah awal penelitian adalah mendapatkan karakteristik daya-torsi *engine* kendaraan model. Karakteristik *engine* model ini didapatkan dengan pengujian di Chasis Dynamometer. Berdasarkan karakteristik daya-torsi engine dilakukan analisa awal dengan menggunakan sistem transmisi standar terhadap kebutuhan traksi pada kendaraan ketika melintasi kondisi jalan yang berbeda-beda dan kondisi muatan yang berbeda. Kemudian dilakukan analisa terhadap kemampuan traksi yang mampu dihasilkan sistem transmisi standar. Setelah didapatkan karakteristik traksi dengan menggunakan transmisi standar kemudian dilakukan modifikasi terhadap sistem transmisi dengan menggunakan metode progresi geometri.

Modifikasi dengan metode progresi geometri dilakukan sistem modifikasi bebas, yaitu dengan rasio gigi awal dan rasio gigi akhir dirancang sendiri. Rasio dari roda gigi akhir (terendah) ditentukan oleh kecepatan maksimum kendaraan yang akan dirancang, sedangkan traksi maksimum menentukan besar rasio roda gigi awal (tertinggi). Kemudian rasio diantara kedua batas tersebut dibuat sedemikian rupa agar traksi yang dihasilkan kendaraan dapat mendekati karakteristik idealnya. Sistem transmisi yang sudah termodifikasi selanjutnya digunakan untuk mendapatkan kinerja traksi yang baru.

Diharapkan dengan melakukan modifikasi pada sistem transmisi diperoleh kinerja traksi yang lebih baik dari transmisi standar. Analisa dilakukan dengan bantuan perangkat lunak excel. Dari grafik kinerja traksi dengan transmisi standar dan transmisi termodifikasi dilakukan analisa perbandingan terhadap kinerja traksi yang dihasilkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

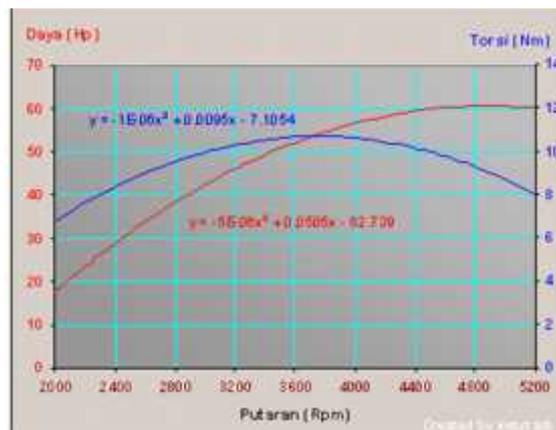
3.1. Karakteristik Daya-Torsi Engine Kendaraan Model

Untuk pemakaian pada kendaraan bermotor, karakteristik daya guna ideal dari sumber tenaga penggerak adalah dihasilkan tenaga yang konstan pada semua tingkat kecepatan. Dengan tersedianya tenaga yang konstan tersebut, pada kecepatan yang rendah akan tersedia torsi yang cukup besar, akan dipergunakan untuk menghasilkan traksi yang cukup pada ban untuk mempercepat kendaraan. Dengan bertambahnya kecepatan, torsi mesin akan menurun secara hiperbolis. Hal ini sesuai dengan kebutuhan traksi pada kendaraan, dimana pada kecepatan yang cukup tinggi, kebutuhan traksi tidak lagi besar.

Kendaraan yang diambil sebagai obyek yang ingin dirancang karakteristik traksi dan modifikasi jumlah dan rasio sistem transmisinya mempunyai spesifikasi sebagai berikut ;

- Berat kendaraan kosong (W_k) : 1280 Kgf
- Panjang Wheel Base (L) : 2500 mm
- Jarak poros depan ke titik berat (L_1) : 1180 mm
- Tinggi titik berat (h) : 420 mm
- Daya maksimum mesin/Putaran : 63 Hp / 5000 Rpm
- Torsi maksimum : 11,3 kg m / 2800 Rpm
- Transmisi : 5 tingkat kecepatan
- Perbandingan gigi : I; 3,928 II; 2,333 III; 1,451 IV; 1,000 V; 0,798
- Perbandingan akhir (diferensial) : 4,777
- Diameter Roda : 0,59 m

Kemudian secara khusus untuk kendaraan model, grafik putaran mesin vs daya, dicuplikan seperti Gambar 2.



Gambar 2 Karakteristik daya-torsi kendaraan model

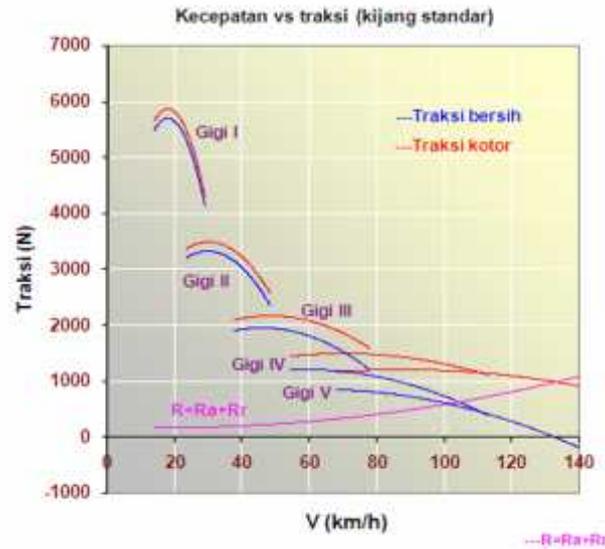
3.2. Karakteristik Traksi

Rasio dari roda gigi akhir (terendah) ditentukan oleh kecepatan maksimum kendaraan yang akan dirancang, sedangkan traksi maksimum menentukan besar rasio roda gigi awal (tertinggi). Kemudian rasio diantara kedua batas tersebut dibuat sedemikian rupa agar traksi yang dihasilkan kendaraan dapat mendekati karakteristik idealnya. Hasil perancangan rasio gigi untuk pemasangan 4, 5, dan 6 tingkat kecepatan ditunjukkan pada Tabel 1.

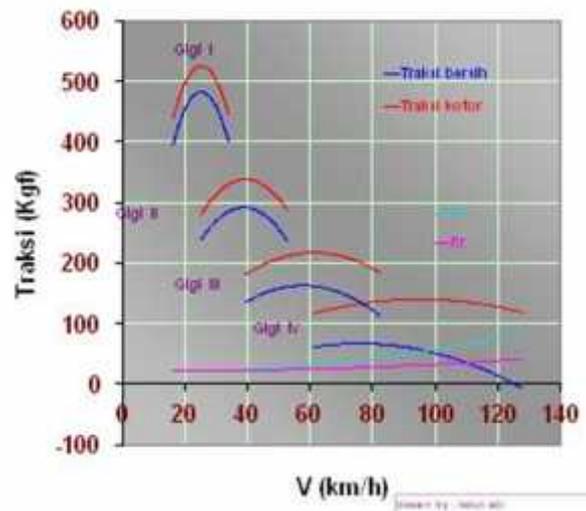
Tabel 1 Rasio gigi hasil perancangan

Rasio	4 kecepatan	5 kecepatan	6 kecepatan
I	3.322	3.322	3.322
II	2.134	2.383	2.547
III	1.371	1.710	1.953
IV	0.883	1.227	1.497
V		0.883	1.148
VI			0.883

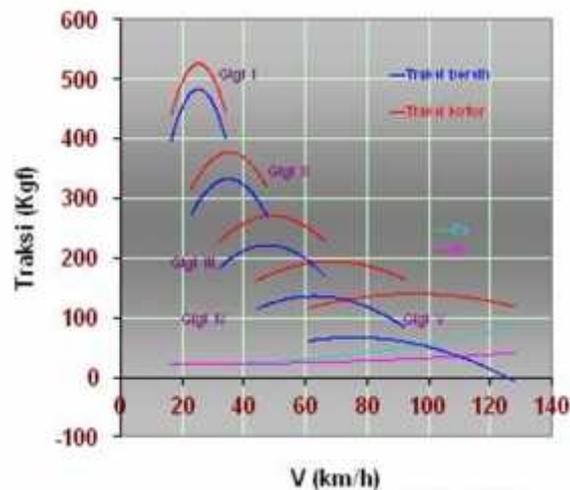
Hasil perhitungan traksi ditampilkan dalam bentuk grafik karakteristik traksi kondisi standar pada Gambar 3, dan hasil modifikasi pada masing-masing tingkat kecepatan seperti pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.



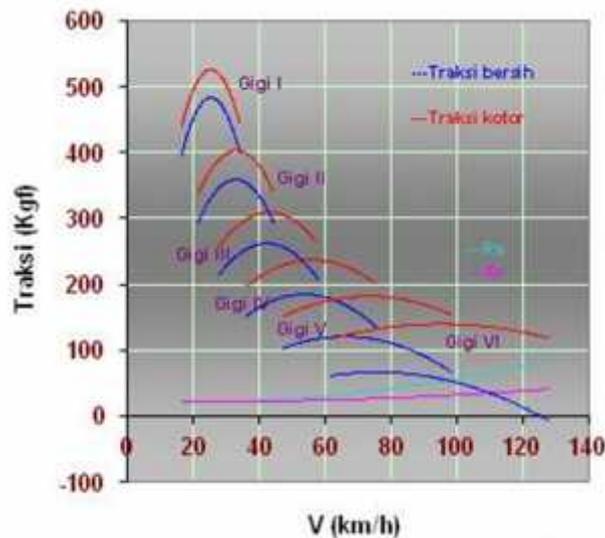
Gambar 3 Karakteristik kinerja transmisi ratio gigi standar



Gambar 4 Karakteristik kinerja transmisi pada 4 tingkat kecepatan



Gambar 5 Karakteristik kinerja transmisi pada 5 tingkat kecepatan



Gambar 6 Karakteristik kinerja transmisi pada 6 tingkat kecepatan

Dari grafik hasil modifikasi, jarak antara kurva gigi yang berdekatan semakin dekat. Hal ini menunjukkan kehilangan daya waktu pemindahan gigi transmisi semakin kecil, atau dengan kata lain kinerja traksinya semakin baik. Kemudian dari Gambar 6, dengan perancangan rasio dan dengan pemasangan 6 tingkat kecepatan, jarak antara kurva traksi sangat dekat, berarti kinerja traksinya paling baik.

4. SIMPULAN

- Dari hasil perhitungan dan analisa dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :
- Dengan mengubah ratio gigi transmisi kendaraan, maka gaya traksi yang dihasilkan akan bervariasi dan akan berpengaruh pada kemampuan kendaraan dalam melalui kondisi operasi tertentu.
 - 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.
 - Perancangan atau modifikasi ratio dengan 6 tingkat kecepatan menghasilkan kinerja traksi yang paling baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sutantra I Nyoman dan Asturrachman Sahrul; " Karakteristik Drive Line dan Pengaruhnya Terhadap Perilaku Traksi Kendaraan", Majalah IPTEK-ITS, vol.9, nomor 1, Maret 1998.
- [2] Wirakesuma I Ketut, Pengaruh Ratio Gigi terhadap Kemampuan Traksi Toyota Kijang, Tugas Akhir 1994.
- [3] Hartana Pande P.G., "Karakteristik Beban Angin dan Pengaruhnya Terhadap Perilaku Arah dan Kinerja Traksi Kendaraan", Teknik Mesin FTI – ITS Surabaya 1993.
- [4] Adi Atmika I Ketut, "Perbandingan Kinerja Traksi Rasio Gigi Standar dan Rasio Gigi Hasil Modifikasi dengan Metode Progresi Geometri", Jurnal Ilmiah Teknologi UNDAGI, Vol. 1 Nomor 1, 2010.
- [5] Agus Sigit P, Sutantra I Nyoman, Iwan Fauzan, Design and Performance of Gearless Variable Transmission Applied for Automotive, Proc.FISITA 2001, Korea selatan.
- [6] Sutantra I Nyoman, Teknologi Otomatif, Teori dan Aplikasinya, Penerbit Guna Widya, Edisi Pertama, Surabaya ,2001
- [7] J.Y. Wong, PhD., Theory of Ground Vehicles, Jhon Wiley & Sons Inc.
- [8] Sutantra I Nyoman and Made Joni ; "The Effect of Wind Forces on Vehicle Directional Stability", The Case on Surabaya – Gempol Tollway, IPC-II on Automotive Eng., Bali, 1997.