

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

M7-001 Karakteristik Kinerja Traksi Kendaraan dengan Ratio Transmisi Standar dan Ratio Transmisi Modifikasi

AAIAS Komaladewi, I Ketut Adi Atmika, IDG Ary Subagia

Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran-Bali.

Email : komala.dewi@me.unud.ac.id, tutadi2001@yahoo.com

ABSTRACT

When the vehicle accelerating vehicle should able to do acceleration, againts the barrier of wind resistance, againts the barrier of rolling, againts of zoom style and posibble to drawing a burden. Traction style which took a place in contact board activator wheel and road affected by many factors as following; karakteristik torsion of machine, coupling ratio, and transmission level, differential gear ratio, characterisic of propeller shaft, diameter of wheel efektif, characteristic wheel contact and the road. From much of parameters which influencing traction performance one of the most having an effect is ratio and transmission level.

The purpose of this research is to know the characteristic of traction performance vehicle standard, then performing modification gear ratio and a number of gear velocity transmission level to repair traction performance of vehicle on vehicle suzuki swift by using metode of free and limited geometry progression. Analysis of characteristic and traction performance conducted by using software excel.

From this research result obtained that the range between gear on transmission of modification limited and released closer than standard transmission. The size of ascent which can be passed by vehicle with standard transmission and limited modification transmission is 31.54° . Maximum velocity that can be reached on standard transmission system and limited modification is 208 km/hour, whereas on releated modification transmission system can be attain a velocity nearly to 215 km/hour.

Key words : traction performance, gear ratio and number of gear velocity, geometry progression.

1. Pendahuluan

Mobil adalah salah satu alat transportasi yang banyak digunakan untuk memudahkan hidup manusia. Kendaraan ini terutama yang mampu mengangkut penumpang dalam jumlah banyak harus dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi penumpangnya.

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi mengakibatkan semakin selektifnya masyarakat memilih kendaraan dalam pemenuhan kebutuhannya. Maka produsen secara terus-menerus berusaha meningkatkan kualitas produknya agar bisa memenuhi keinginan konsumen dan bersaing di pasaran. Seperti yang kita lihat saat ini banyak kendaraan baru yang ditawarkan dengan keunggulan yang dimiliki masing-masing jenis kendaraan.

Unjuk kerja (*performance*) otomotif adalah salah satu aspek penting dalam menentukan daya saing suatu produk otomotif. Performa dari suatu produk otomotif telah dihitung diatas kertas pada tahap perancangannya. Namun karena proses perancangan adalah proses yang interatif maka diperlukan perhitungan performa berulang kali untuk melahirkan suatu produk otomotif yang berkualitas. Salah satu *performance* yang penting adalah kemampuan kendaraan untuk melakukan percepatan, melawan hambatan angin, melawan hambatan *rolling*, melawan gaya tahanan dan kemungkinan untuk menarik suatu beban. Menurut (Sutantra 2001), 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*, *ratio* dan tingkat transmisi, ratio gardan, karakteristik *propeller shaft*, diameter efektif roda, karakteristik kontak roda dan jalan. Dari sekian banyak parameter yang mempengaruhi *performance traksi* salah satu yang sangat besar pengaruhnya adalah ratio dan tingkat transmisi.

Berdasarkan atas uraian tersebut diatas, penulis berupaya untuk mengetahui karakteristik kinerja traksi standar, kemudian melakukan modifikasi ratio gigi dan jumlah tingkat kecepatan gigi transmisi untuk memperbaiki kinerja traksi kendaraan pada kendaraan Suzuki Swift dengan menggunakan metode progresi geometri.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Kajian Pustaka

Sutantra (1997), melakukan penelitian tentang peningkatan kemampuan traksi kendaraan kijang dengan perbaikan sistem transmisi dan hambatan angin. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan memakai transmisi yang dirancang sendiri dengan metode progresi geometri kemampuan traksi kendaraan dapat ditingkatkan. Dan dengan merubah kemiringan kaca depan 5^0 koefisien drag kendaraan turun sebesar 18,6 % dan koefisien gaya angkatnya naik 3,37 %.

Tim Puslit ITS (1993), menguraikan tentang daerah rawan angin di jalan tol Surabaya – Gempol. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengukuran kecepatan angin dan arah datang angin di jalan tol Surabaya – Gempol serta melakukan pengujian beberapa model kendaraan di terowongan angin untuk mendapatkan koefisien aerodinamis untuk masing – masing kendaraan yang diteliti. Dari penelitian ini dihasilkan data kecepatan angin dan arah angin di jalan tol Surabaya – Gempol serta data aerodinamis untuk kendaraan yang diuji.

Hartana (1993), mempelajari karakteristik beban angin dan mencari koefisien aerodinamik dari beberapa jenis kendaraan. Disamping itu dipelajari juga 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.

Wirakesuma (1994), melakukan studi tentang pengaruh ratio dan tingkat kecepatan gigi transmisi terhadap kemampuan traksi kendaraan toyota kijang. Dihasilkan bahwa, penurunan traksi yang terjadi pada setiap pemindahan gigi transmisi akan semakin berkurang dengan naiknya jumlah tingkat kecepatan gigi transmisi. Ditunjukkan pula bahwa dengan pemasangan transmisi yang dirancang dengan metode progresi geometri memberikan keuntungan dalam akselerasi kendaraan.

Tenaya, Adi Atmika mengulas karakteristik traksi dan kinerja transmisi pada sistem gear transmission dan gearless transmission.

Agus Sigit, Sutantra, Iwan Fauzan (2001), menjabarkan *performance traksi* pada gearless transmission.

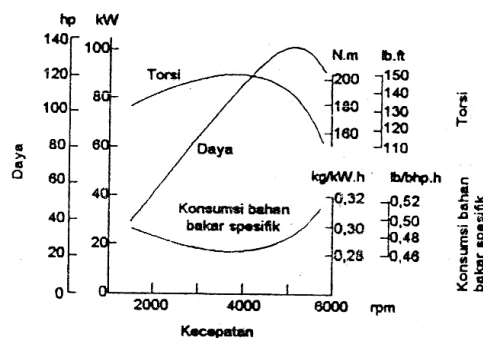
2.2. Dasar Teori

2.2.1 Kinerja Mesin Kendaraan

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi kinerja traksi dari kendaraan adalah kemampuan dari tenaga penggerak kendaraan yaitu kemampuan mesin dari kendaraan. Walau saat ini telah banyak dikembangkan energi alternatif untuk kendaraan atau mesin dengan sistem *hybrid* atau mesin dengan berbagai jenis bahan bakar (*multi fuel engine*), namun sampai saat ini motor pembakaran dalam masih mempunyai keunggulan yang tak tertandingi dari segi tenaga yang dapat dihasilkan. Energi dan mesin alternatif yang berkembang hanya mampu sampai saat ini memperbaiki konsumsi bahan bakar dan menurunkan polusi udara.

Untuk pemakaian pada kendaraan bermotor, karakteristik daya guna ideal dari sumber tenaga penggeraknya adalah dihasilkan tenaga yang konstan pada semua tingkat kecepatan kendaraan. Dengan tersedianya tenaga yang konstan tersebut, pada kecepatan yang rendah akan tersedia torsi yang cukup besar yang 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.

Mesin pembakaran dalam merupakan mesin yang masih banyak digunakan sebagai pembangkit tenaga pada kendaraan bermotor. Karakteristik dari mesin bensin ditunjukkan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Karakteristik performa mesin bensin

Motor pembakaran dalam akan mengawali operasinya pada suatu kecepatan tertentu yang disebut kecepatan *idle* dimana pada kecepatan ini motor tersebut belum terbebani. Kualitas pembakaran yang baik dan torsi maksimal akan dicapai pada kecepatan sedang yang berada diatas kecepatan *idle*. Dengan bertambahnya kecepatan dari kecepatan sedang ini, tekanan efektif rata-rata akan berkurang akibat adanya *losses* pada *manifold* induksi udara. Sebagai akibatnya, torsi mesin akan berkurang. Tapi daya yang dihasilkan mesin masih tetap bertambah seiring dengan bertambahnya kecepatan sampai pada suatu kecepatan dimana daya keluaran akan maksimum. Diatas kecepatan ini, torsi mesin akan berkurang lebih cepat lagi dimana hal ini akan mengakibatkan daya mesin berkurang. Dalam penggunaan untuk kendaraan bermotor, kecepatan mesin maksimum yang diijinkan biasanya sedikit diatas kecepatan dimana daya keluaran akan maksimum.

2.2.2 Traksi Pada Kendaraan Bermotor

Karakteristik daya guna pada kendaraan bermotor pada pokoknya meliputi

kemampuan kendaraan tersebut untuk dipercepat, diperlambat dan untuk mengatasi tanjakan jalan. Karakteristik daya guna ini bisa didapatkan dari gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan yang meliputi gaya traksi dan gaya-gaya hambatan yang mengenai kendaraan. Persamaan gerak kearah longitudinal dapat ditulis sebagai berikut :

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

dimana :

- F = total gaya traksi yang dibutuhkan (N)
- R_r = total *rolling resistance* yang terjadi pada ban (N)
- R_a = *aerodynamic resistance* yang terjadi pada kendaraan (N)
- R_d = *drawbar load* pada kendaraan (N)
- R_g = *grade resistance* (N)
- a = percepatan kendaraan (m/dt^2)
- g = percepatan gravitasi (m/dt^2)
- W = berat kendaraan (N)

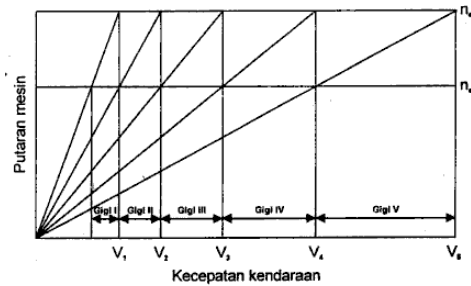
2.2.3. Metode Progresi Geometri

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

Untuk menghasilkan torsi dan gaya dorong pada roda penggerak yang mengecil pada kecepatan yang semakin tinggi diperlukan perbandingan yang bertingkat. Sehingga kemampuan transmisi manual untuk mentransformasikan torsi yang dihasilkan oleh mesin menjadi torsi yang dibutuhkan pada roda penggerak untuk mendorong kendaraan ditentukan oleh dua parameter penting, yaitu : perbandingan gigi dan tingkatan gigi transmisi. Umumnya makin banyak tingkatan transmisi, gaya dorong yang dihasilkan pada roda penggerak makin baik untuk dapat memenuhi kebutuhan gaya dorong kendaraan.

Secara umum perbandingan gigi transmisi tingkat I ditentukan oleh besarnya gaya dorong yang dibutuhkan untuk dapat memberi percepatan yang diinginkan atau dapat menanjak pada tanjakan maksimum yang dirancang. Sedangkan perbandingan gigi pada tingkat gigi transmisi akhir ditentukan berdasarkan gaya dorong yang diperlukan pada kecepatan maksimum untuk melawan gaya hambat angin dan *rolling*.

Untuk mencari perbandingan gigi antara tingkat transmisi terendah dan tertinggi adalah dengan cara progresi geometri. Dasar dari penggunaan metode ini adalah untuk mendapatkan ratio gigi transmisi pada daerah kecepatan operasi mesin yang sama sehingga *fuel economy* pada setiap gigi akan sama. Konsep dari metode progresi geometri ditunjukkan pada gambar 2, dimana menggambarkan transmisi dengan 5 tingkat kecepatan.



Gambar 2. Pemilihan perbandingan gigi dengan progresi geometri

Dengan perbandingan geometri maka untuk transmisi 5 tingkat didapat hubungan perbandingan gigi sebagai berikut :

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{i_3}{i_2} = \frac{i_4}{i_3} = \frac{i_5}{i_4} = \frac{n_{e2}}{n_{e1}} = k_g \quad (2)$$

dimana :

- i_1, i_2, i_3, i_4, i_5 = perbandingan gigi pada tingkat transmisi I, II, III, IV, V
- k_g = konstanta perbandingan

Pada saat kendaraan menggunakan transmisi ke 1, jika kendaraan dirancang harus dapat memberi percepatan pada kendaraan sebesar $a \text{ m/dt}^2$ pada jalan datar maka gaya dorong yang dibutuhkan (F_1) adalah :

$$F_1 = \frac{W - F_L}{g} a + R_r + R_a \quad (3)$$

Perbandingan gigi pada tingkat transmisi I dapat dihitung dengan rumus :

$$i_1 = \frac{F_1 \cdot r}{M_e \cdot i_d \cdot \eta_t} = \frac{\left(\frac{W}{g} a + f_r (W - F_L) + R_a \right) \cdot r}{M_e \cdot i_d \cdot \eta_t} \quad (4)$$

dimana :

- M_e = torsi mesin (Nm)
- r = jari-jari roda penggerak (m)
- i_d = perbandingan gigi diferensial
- η_t = efisiensi transmisi
- f_r = koefisien rolling ban
- R_a = hambatan angin (N)

Jika kecepatan maksimum suatu kendaraan dirancang sebesar V_m untuk jalan datar maka gaya dorong (F_m) yang dibutuhkan adalah :

$$F_m = R_r + R_a = f_r (W - F_L) + \frac{1}{2} \rho \cdot C_D \cdot A_f \cdot V_a^2$$

Perbandingan gigi pada tingkat transmisi akhir dihitung sebagai berikut:

$$i_n = \frac{F_m \cdot r}{M_e \cdot i_d \cdot \eta_t} = \frac{\left(f_r \cdot (W - F_L) + \frac{1}{2} \rho \cdot C_D \cdot A_f \cdot V_a^2 \right) \cdot r}{M_e \cdot i_d \cdot \eta_t} \quad (5)$$

Dengan mengetahui perbandingan gigi untuk setiap tingkat transmisi maka gaya dorong yang dihasilkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_{kV} = \frac{M_e(V) \cdot i_k \cdot i_d}{r} \cdot \eta_t \quad (6)$$

dimana :

- F_{kV} = gaya dorong pada roda penggerak untuk transmisi tingkat ke k pada kecepatan V
- $M_e(V)$ = torsi dari mesin untuk kecepatan kendaraan V

- i_k = perbandingan gigi untuk tingkat transmisi ke k

Hubungan antara kecepatan kendaraan dan putaran mesin adalah :

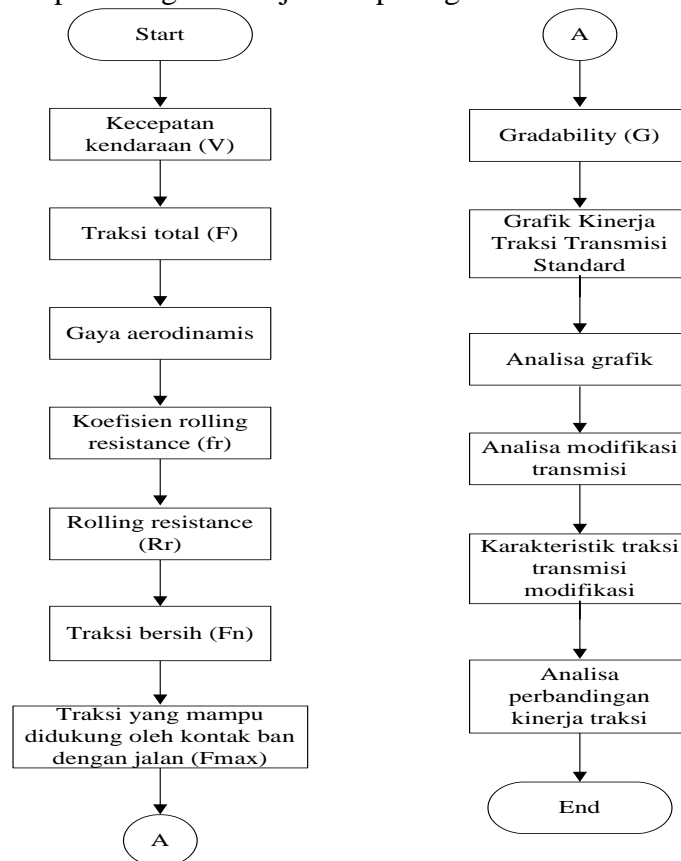
$$V = \frac{0,06(1-S)\pi DN}{i_k \cdot i_d} \quad (7)$$

dimana :

- V = kecepatan kendaraan (km/jam)
- N = kecepatan putaran mesin (rpm)
- S = slip pada ban kendaraan (2-5%)
- D = diameter efektif roda (m)
- i_d = perbandingan gigi diferensial

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan memodifikasi ratio dan jumlah tingkat kecepatan gigi transmisi menggunakan metode progresi geometri. Modifikasi dengan metode progresi geometri dilakukan dengan dua cara yaitu sistem modifikasi terbatas dan sistem modifikasi bebas. Modifikasi terbatas adalah dengan menggunakan ratio gigi awal dan ratio gigi akhir yang ada pada sistem transmisi standard. Sedangkan modifikasi bebas adalah ratio gigi awal dan ratio gigi akhir dirancang sendiri. Sistem transmisi yang sudah termodifikasi selanjutnya digunakan untuk mendapatkan kinerja traksi yang baru. Prosedur dan langkah perhitungan ditunjukkan pada gambar 3.

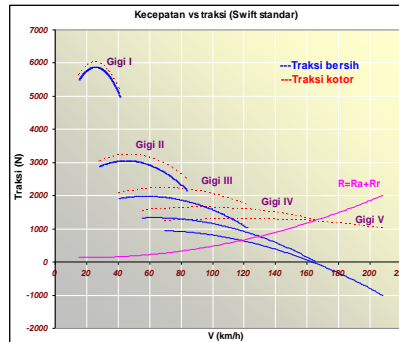


Gambar 3. Langkah Perhitungan

4. HASIL DAN ANALISA

4.1. Kinerja traksi kondisi standard

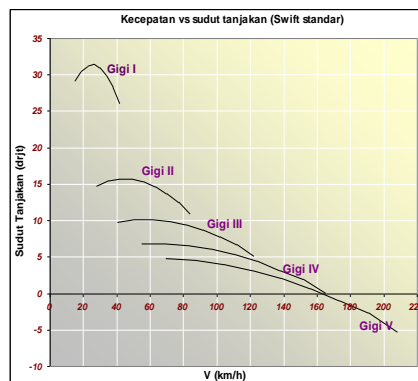
Hasil perhitungan ditunjukkan dengan grafik seperti ditunjukkan pada gambar 4, 5, 6, dan 7.



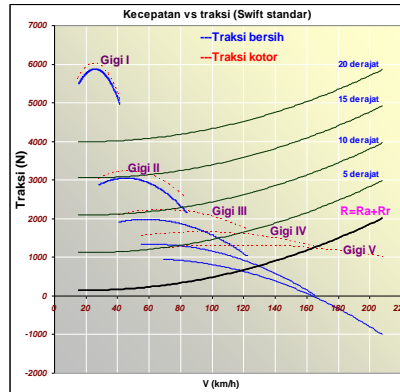
Gambar 4. Traksi vs kecepatan kendaraan transmisi standard.



Gambar 5. F_{max} pada bidang kontak ban dan jalan kendaraan transmisi standard.



Gambar 6. Tanjakan yang mampu dilalui kendaraan transmisi standard dengan kecepatan konstan.



Gambar 7. Tanjakan yang mampu dilalui kendaraan transmisi standard dengan percepatan.

4.2. Analisa Sistem Transmisi Modifikasi Terbatas

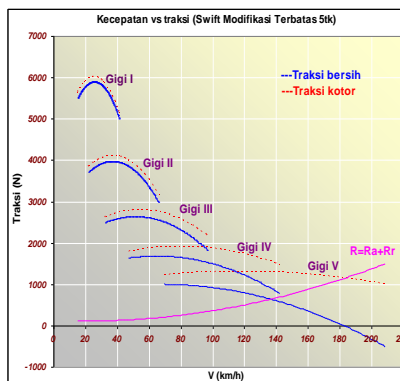
Konstanta perbandingan :

$$k_g = \sqrt[4]{\frac{0,769}{3,545}} = 0,682$$

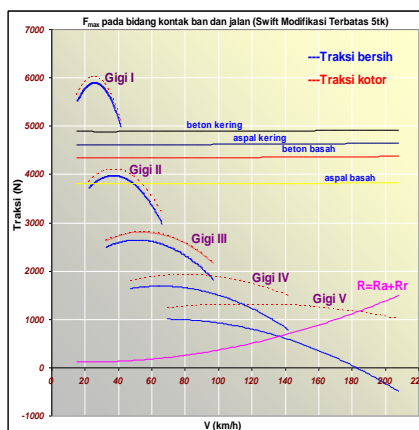
Ratio gigi ke-2, ke-3 dan ke-4 didapatkan :

$$i_2 = 2,419, \quad i_3 = 1,651, \quad i_4 = 1,127$$

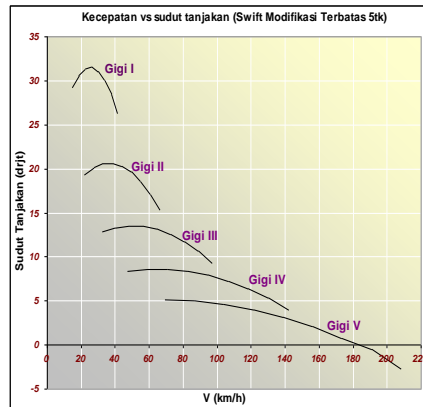
Dengan ratio gigi yang baru kemudian dilakukan analisa untuk mengetahui kinerja traksi yang dihasilkan, ditunjukkan pada gambar 8, 9, 10, dan 11.



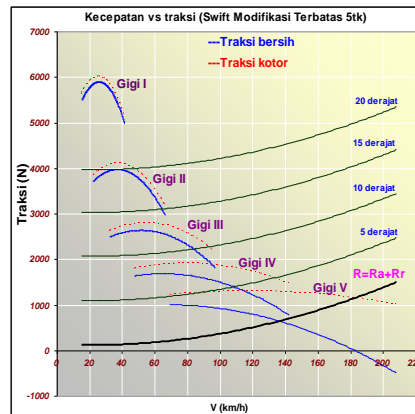
Gambar 8. Traksi vs kecepatan kendaraan transmisi modifikasi terbatas



Gambar 9. F_{max} pada bidang kontak ban dan jalan kendaraan transmisi modifikasi terbatas



Gambar 10. Tanjakan yang mampu dilalui kendaraan transmisi modifikasi terbatas dengan kecepatan konstan.



Gambar 11. Tanjakan yang mampu dilalui kendaraan transmisi modifikasi terbatas dengan percepatan.

4.3. Analisa Sistem Transmisi Modifikasi Bebas

Pada gigi awal hambatan yang bekerja pada kendaraan adalah rolling resistance dan gaya inersia. Gaya hambat aerodinamis diasumsikan berharga nol karena pengaruhnya sangat kecil. Pada perancangan ini, kendaraan dirancang untuk dapat mencapai percepatan sebesar $a = 6 \text{ m/s}^2$, maka besarnya gaya traksi yang diperlukan adalah :

$$\begin{aligned} F &= m \cdot a + R_r \\ &= 1150 \cdot 6 + 112,7 \\ &= 7012,7 \text{ N} \end{aligned}$$

Selanjutnya ratio gigi awal dapat dicari dari rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{F \cdot r}{M_e \cdot i_d \cdot \eta_t} \\ i_1 &= \frac{7012,7 \cdot 0,3}{143,4 \cdot 105,0,9} \\ i_1 &= 3,982 \end{aligned}$$

Ratio gigi akhir ditentukan oleh kecepatan maksimum kendaraan. Pada perancangan ratio gigi ini, kendaraan dirancang untuk dapat mencapai kecepatan $V = 215 \text{ km/jam}$. Pada kecepatan tinggi dimana percepatannya berharga nol, gaya traksi yang dihasilkan digunakan untuk melawan rolling resistance dan hambatan aerodinamik. Besarnya gaya traksi yang diperlukan adalah :

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

$$F_m = R_r + R_a$$

$$F_m = f_r (W - F_L) + R_a$$

Dimana : : $F_L = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_L \cdot A_f \cdot Va^2$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,225 \cdot 0,15 \cdot 1,770 \cdot (54,17 - 5)^2$$
$$= 393,108$$

$$R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot A_f \cdot Va^2$$
$$= \frac{1}{2} \cdot 1,225 \cdot 0,35 \cdot 1,770 \cdot (54,17 - 5)^2$$
$$= 917,25$$

maka : $F_m = 0,038 \cdot (11270 - 393,108) + 917,25$

$$= 1314,80 \text{ N}$$

Ratio gigi akhir dapat dihitung :

$$i_n = \frac{F_m \cdot r}{M_e \cdot i_d \cdot \eta_t}$$
$$= \frac{1314,80 \cdot 0,3}{1434,105 \cdot 0,9}$$
$$= 0,747$$

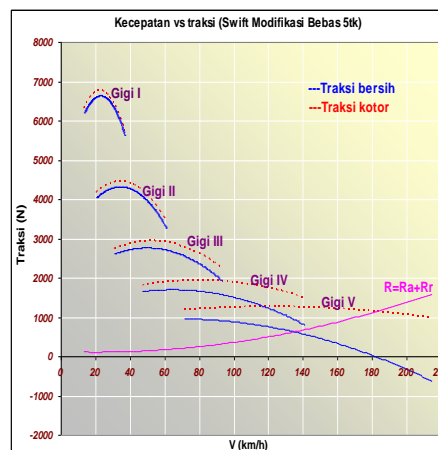
Konstanta perbandingan gigi dengan 5 tingkat kecepatan :

$$k_g = \sqrt[4]{\frac{0,747}{3,982}} = 0,658$$

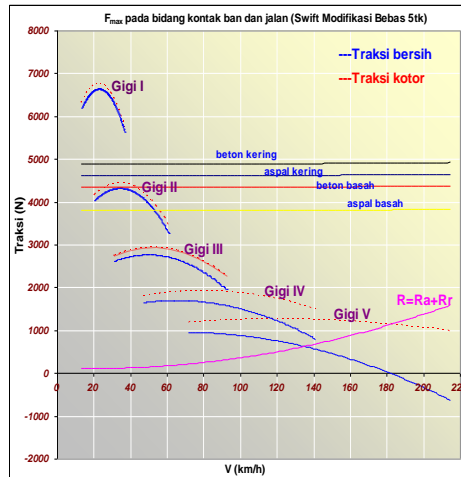
maka ratio gigi ke-2, ke-3 dan ke-4 adalah :

$$i_2 = 2,620, \quad i_3 = 1,724, \quad \text{dan} \quad i_4 = 1,135$$

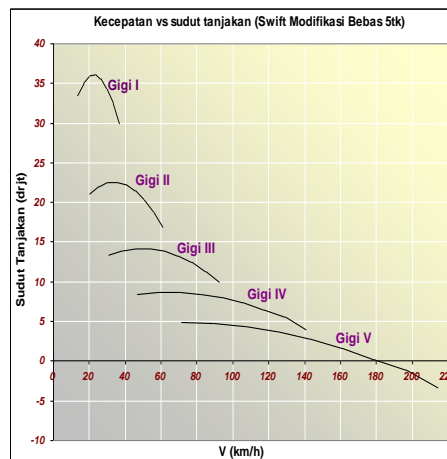
Dengan ratio gigi hasil modifikasi tersebut kemudian dilakukan analisa kinerja traksi yang dihasilkan, ditunjukkan pada gambar 12, 13, 14, dan gambar 15.



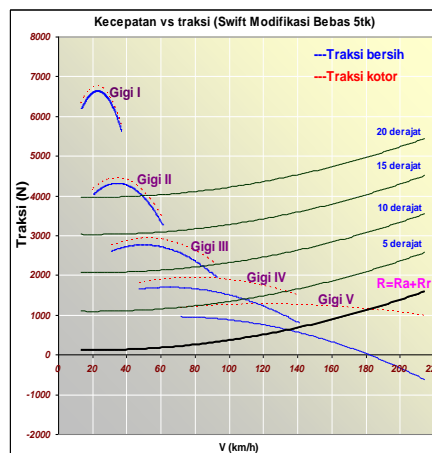
Gambar 12. Traksi vs kecepatan kendaraan transmisi modifikasi bebas



Gambar 13. F_{max} pada bidang kontak antara ban dan jalan kendaraan transmisi modifikasi bebas.



Gambar 14. Tanjakan yang dilalui kendaraan transmisi modifikasi bebas dengan kecepatan konstan.



Gambar 15. Tanjakan yang dilalui kendaraan transmisi modifikasi bebas dengan percepatan.

4.4. Analisa Perbandingan

Perbandingan antara kurva traksi vs kecepatan kendaraan pada sistem transmisi standard, transmisi modifikasi terbatas dan transmisi modifikasi bebas menunjukkan bahwa pada transmisi standard jarak antara kurva traksi gigi I dan gigi II lebih besar dibandingkan dengan jarak kurva traksi pada transmisi modifikasi terbatas dan modifikasi bebas. Jarak diantara kurva traksi di tiap gigi menunjukkan adanya traksi yang tidak terpakai. Pada aplikasinya dengan semakin kecil jarak kurva traksi antara gigi akan mengakibatkan gerak kendaraan menjadi lebih halus pada saat melakukan perpindahan gigi. Pada grafik kinerja traksi transmisi standard kurva traksi pada gigi IV hampir menyatu dengan kurva traksi pada gigi V. Ini berarti penggunaan gigi V kurang efektif karena tidak menghasilkan perubahan yang berarti pada kecepatan kendaraan. Disamping itu kurva traksi gigi IV dan V pada transmisi modifikasi terbatas dan bebas tidak lagi menumpuk seperti pada transmisi standard.

Jenis transmisi standard dan modifikasi terbatas akan mengalami slip pada saat start ketika melintasi jalan aspal kering, beton kering, beton basah dan aspal basah. Pada sistem transmisi modifikasi bebas akan mengalami slip yang lebih besar pada semua jalan yang dilewati. Terjadinya slip menunjukkan adanya *losses* karena traksi yang dihasilkan mesin lebih besar dari traksi yang mampu didukung oleh kontak antara ban dan jalan. Hal ini terjadi karena gaya normal pada roda bertambah besar sehingga meningkatkan kemampuan daya dukung traksi kontak antara ban dan jalan. Informasi ini bisa dimanfaatkan untuk menambah berat muatan sehingga gaya normal pada roda bertambah besar, dengan demikian meningkatkan kemampuan daya dukung traksi kontak antara ban dan jalan.

Dari semua jenis sistem transmisi, transmisi modifikasi bebas menghasilkan percepatan yang paling besar yaitu sebesar 6 m/s^2 , sedangkan sistem transmisi standard dan transmisi modifikasi terbatas percepatan yang dihasilkan sebesar $4,52 \text{ m/s}^2$. Namun slip yang terjadi pada transmisi modifikasi bebas paling besar dibandingkan dengan kedua sistem transmisi lainnya.

Pada saat kendaraan menanjak dengan kecepatan konstan, kendaraan dengan sistem transmisi modifikasi bebas lebih menguntungkan dibandingkan dengan kendaraan yang menggunakan sistem transmisi standard ataupun yang menggunakan sistem transmisi modifikasi terbatas. Besarnya tanjakan yang mampu dilalui kendaraan dengan transmisi modifikasi bebas adalah $36,08^\circ$. Sedangkan besar tanjakan yang mampu dilalui kendaraan dengan transmisi standard dan transmisi modifikasi terbatas adalah $31,54^\circ$.

Pada saat menanjak dengan percepatan yaitu pada tanjakan 5° sistem transmisi modifikasi terbatas & modifikasi bebas lebih menguntungkan dibandingkan dengan sistem transmisi standard karena sistem transmisi modifikasi terbatas & modifikasi bebas memiliki traksi yang lebih besar pada gigi IV. Sedangkan pada sistem transmisi standard tanjakan 5° tidak bisa dilalui dengan gigi IV.

Pada tanjakan 10° sistem transmisi modifikasi bebas yaitu pada gigi III dapat memberikan percepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem transmisi modifikasi terbatas. Sedangkan pada sistem transmisi standard harus menggunakan gigi II untuk dapat melalui tanjakan 10° .

Pada tanjakan 15° transmisi modifikasi bebas tetap memberikan percepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem transmisi modifikasi terbatas. Sedangkan pada transmisi standard untuk dapat melalui tanjakan harus menggunakan gigi I.

Pada saat menanjak dengan percepatan pada tanjakan 20° sistem transmisi standar harus diatasi dengan gigi I sedangkan modifikasi terbatas & modifikasi bebas lebih

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

menguntungkan karena tanjakan tersebut bisa diatasi dengan gigi II, namun percepatan yang dihasilkan transmisi modifikasi bebas masih paling tinggi dibandingkan dengan sistem transmisi lainnya.

Pada sistem transmisi standar dan terbatas kecepatan maksimum kendaraan yang dapat dicapai sebesar 208 km/jam, sedangkan pada sistem transmisi modifikasi bebas dapat mencapai kecepatan hampir 215 km/jam.

5. SIMPULAN

Dari hasil analisa didapatkan beberapa simpulan sebagai berikut :

- Grafik kinerja traksi memperlihatkan bahwa sistem transmisi modifikasi terbatas dan sistem transmisi modifikasi bebas menghasilkan jarak kurva traksi tiap gigi yang lebih rapat dibandingkan dengan sistem transmisi standard. Ini menunjukkan kedua sistem transmisi modifikasi memberikan kemampuan traksi yang lebih optimum dibandingkan sistem transmisi standard.
- Pada sistem transmisi standar dan sistem transmisi modifikasi terbatas mampu menanjak pada sudut $31,54^{\circ}$, sedangkan sistem transmisi modifikasi bebas mampu menanjak sampai sudut $36,08^{\circ}$.
- Besarnya percepatan yang dihasilkan sistem transmisi standar dan sistem transmisi modifikasi terbatas adalah $4,52 \text{ m/s}^2$, sedangkan sistem transmisi modifikasi bebas percepatannya adalah 6 m/s^2 .
- Pada sistem transmisi modifikasi bebas akan mengalami slip yang lebih besar pada semua kondisi jalan yang dilewati, hal ini terjadi karena gaya normal pada roda bertambah besar sehingga meningkatkan kemampuan daya dukung traksi kontak antara ban dan jalan.
- Kecepatan yang mampu dicapai pada transmisi standar dan modifikasi terbatas adalah 208 km/jam, sedangkan pada sistem transmisi modifikasi bebas dapat mencapai kecepatan hampir 215 km/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sigit P, I. Sutantra, Iwan Fauzan, *Design and Performance of Gearless Variable Transmission Applied for Automotive*, Proc.FISITA, Korea selatan, 2001.
- J.Y. Wong, PhD., *Theory of Ground Vehicles*, Jhon Wiley & Sons Inc.
- Pande P.G. Hartana, *Karakteristik Beban Angin dan Pengaruhnya Terhadap Perilaku Arah dan Kinerja Traksi Kendaraan*, Teknik Mesin FTI – ITS Surabaya, 1993.
- Sutantra dan Asturrachman Sahrul, *Karakteristik Drive Line dan Pengaruhnya Terhadap Perilaku Traksi Kendaraan*, Majalah IPTEK-ITS, vol.9, nomor 1, 1998.
- Sutantra, *Teknologi Otomatif, Teori dan Aplikasinya*, Penerbit Guna Widya, Edisi Pertama, Surabaya, 2001.
- Sutantra and Joni, *The Effect of Wind Forces on Vehicle Directional Stability*”, The Case on Surabaya – Gempol Tollway, IPC-II on Automotive Eng., Bali, 1997.
- Tenaya, Adi Atmika, *Karakteristik Traksi dan Kinerja Transmisi Pada Sistem Gear Transmission dan Gearless Transmission*, Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 3 Nomor 2, 2004.
- Wira K, *Pengaruh Ratio Gigi terhadap Kemampuan Traksi Toyota Kijang*, Tugas Akhir, 1999