

## Analisa Traksi Untuk Kendaraan Truk Angkutan Barang Jalur Denpasar-Gilimanuk

IGAK. Chatur Adhi\*, AAIA Sri Komaladewi\*\*, IKetut Adi Atmika\*\*, IGAK.Suriadi\*\*

\*Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mataram

\*\*Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana

Email : [empatadhi@yahoo.com](mailto:empatadhi@yahoo.com); [tutadi2001@yahoo.com](mailto:tutadi2001@yahoo.com); [komala.dewi@me.unud.ac.id](mailto:komala.dewi@me.unud.ac.id);

### Abstract

*Road condition and plain all of the line traffic Denpasar- Gilimanuk have many slope upward. Beside of many slope upward declivity and long slope upward have many variation too. We must give many attention for that condition in design minimum power engine to vehicle truck, beside the other factors like wind velocity, kind of asphalt, curves, etc.*

*The purpose of this research to recite road condition (slope upward, wind velocity, density) all of the line traffic Denpasar – Gilimanuk, and then will be count minimum traction need of vehicle truck that across that road.*

*From this research result obtained that the needed traction to overcome all resistance especially slope upward resistance are 6000 N and the estimate needed power about 220 hp from characteristic power torsi.*

**Key words** : traction, grade resistance, power-torque, engine power

### PENDAHULUAN

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 (truk dengan muatan). 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 salah satu yang sangat besar pengaruhnya adalah karakteristik torsi mesin atau daya mesin (engine) minimum. Jalur lalu lintas Denpasar-Gilimanuk setiap harinya dilalui kendaraan yang cukup padat, baik kendaraan roda dua maupun roda empat, kendaraan pribadi maupun kendaraan angkutan umum, angkutan barang kendaraan dalam kota maupun antar kota. Untuk kendaraan angkutan barang antar kota dalam propinsi maupun antar propinsi banyak dilayani oleh truk-truk ukuran kecil, sedang maupun besar (roda 6). Kondisi jalan dan medan sepanjang jalur lalu lintas Denpasar-Gilimanuk termasuk jalur yang mempunyai tanjakan yang cukup banyak, baik dari arah Denpasar ke Gilimanuk maupun arah sebaliknya. Disamping jumlah

tanjakan yang cukup banyak, kemiringan dan panjang tanjakan juga bervariasi. Kondisi jalan dengan tanjakan seperti ini harus menjadi perhatian yang serius dalam menentukan kelayakan suatu truk angkutan barang bisa beroperasi. Disamping kondisi jalan, hal yang sangat penting harus diperhatikan adalah beratnya muatan/barang yang diangkut, tentunya dipadukan dengan regulasi berat barang yang dapat diangkut untuk kondisi jalan yang dilalui. Faktor-faktor hambatan yang lainnya misalnya, kecepatan angin sepanjang jalur tersebut, jenis aspal jalan, belokan dan yang lainnya.

Dari uraian diatas maka permasalahan yang dikaji dalam makalah adalah bagaimana menghitung kebutuhan traksi minimum pada berbagai kondisi operasi kendaraan truk angkutan barang untuk melakukan akselerasi dan mengatasi hambatan-hambatan sepanjang jalur Denpasar-Gilimanuk, sehingga dari kebutuhan traksi minimum tersebut, ditentukan kebutuhan daya engine minimum.

Memperhatikan hal tersebut, merancang atau menentukan daya mesin (engine) minimum kendaraan angkutan barang yang beroperasi sepanjang jalur ini adalah hal yang mutlak diperlukan. Dengan demikian kemampuan kendaraan untuk melakukan akselerasi, melalui tanjakan, melawan gaya angin, serta melawan rolling resistance dapat dihitung dari kebutuhan traksi minimum untuk mengatasi hambatan-hambatan tersebut, kemudian dapat

dirancang atau dianalisa kebutuhan daya mesin minimumnya.

**METODE**

Survey lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data kondisi jalan, diantaranya besarnya sudut tanjakan jalan dan panjang tanjakan tersebut, jenis aspal jalan untuk menentukan hambatan rolling, kecepatan rata-rata dan arah angin, data kepadatan jalur, dan data spesifikasi kendaraan truk angkutan barang yang melayani jalur tersebut, juga data beratnya muatan yang diijinkan.

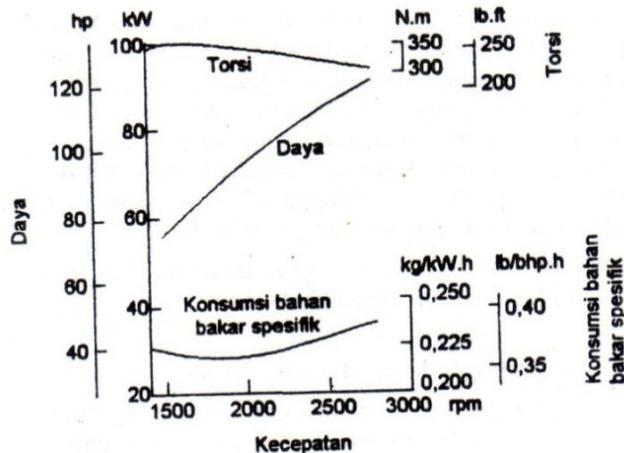
Selanjutnya dari data-data yang terkumpul dilakukan analisa dengan menggunakan sistem transmisi standar terhadap kebutuhan traksi pada kendaraan ketika melintasi kondisi jalan yang berbeda-beda (sepanjang jalur tersebut) dan kondisi muatan yang berbeda pula, kemudian diplot grafik karakteristik traksinya. Setelah didapatkan karakteristik traksi itu, dirancang atau dihitung kebutuhan daya mesin (engine) minimumnya dengan membuat grafik karakteristik daya-torsi engine secara umum, baik motor bensin atau mesin diesel.

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. Dari konsep gaya inerti, diturunkan persamaan traksi dan secara umum dituliskan (Sutantra, 2001) :

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

Untuk pemakaian pada kendaraan bermotor, karakteristik daya guna ideal dari sumber tenaga penggeraknya 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 roda 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 (Sutantra, 2001). Grafik Karakteristik Daya-Torsi kendaraan secara umum untuk setiap kecepatan ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Karakteristik Daya -Torsi kendaraan

Bila suatu sistem *drive train* dikarakteristikan dengan parameter-parameter efisiensi sistem drive train ( $\eta_t$ ) dan perbandingan gigi reduksi ( $i$ ), maka traksi pada roda penggerak dapat dirumuskan (Sutantra, 2001) :

$$F_k = \frac{M_e(v) \cdot i_k \cdot i_d}{r} \eta_t \dots \dots \dots (2)$$

Kemudian hubungan antara kecepatan

kendaraan dan kecepatan putaran mesin (Sutantra, 2001) adalah :

$$V = \frac{n_e \cdot r}{i_d \times i_k} (1 - s) \dots \dots \dots (3)$$

atau ditulis dalam satuan yang berbeda (Sutantra, 2001) :

$$V = \frac{0,06(1 - s) \cdot \pi \cdot D \cdot N}{i_d \times i_k} \dots\dots(4)$$

Karakteristik beban angin yang ditunjukkan oleh koefisien aerodinamik mempunyai pengaruh terhadap stabilitas arah dan kemampuan traksi kendaraan (Hartana, 1993).

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho \cdot V_a^2 \cdot A_f \dots\dots\dots(5)$$

Hambatan tanjakan adalah salah satu hambatan yang harus bisa diatasi dalam merancang kebutuhan traksi kendaraan seperti dituliskan pada persamaan (1). Dengan demikian dibutuhkan data kondisi jalan yang menyangkut sudut tanjakan dan panjang tanjakan.

Modifikasi terhadap sistem transmisi baik sistem gear maupun gearless memberikan beberapa keuntungan dibandingkan dengan kendaraan pada kondisi standarnya, ditunjukkan dengan perbaikan kinerja traksi (Atmika, 2004)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan beberapa model kendaraan truk yang ada, serta kajian awal terhadap kinerja traksi, spesifikasi kendaraan model ditunjukkan pada table 1. Kinerja traksi adalah sangat penting karena kendaraan truk angkutan barang yang akan dihasilkan harus mampu melalui berbagai kondisi/medan operasi sepanjang jalur Denpasar-Gilimanuk

Tabel.1. Spesifikasi kendaraan model

Data Kendaraan	Notasi	Satuan	Besar
Massa total	m	kg	4353
Wheel base	L	m	3.830
Beban Statis Poros depan	L1	m	2808
Tinggi pusat massa	h	m	0.850
Track	Tr	m	1.960
Radius roda	r	m	0.504
Luas frontal kendaraan	A <sub>f</sub>	m	1.870
Mesin DIESEL dengan torsi maksimum 520 lb-ft Nm pada 1500 rpm	Me	Nm	143
<b>Transmisi</b>			
Effisiensi transmisi total			0.900
Ratio Transmisi	i <sub>1</sub>		9.808
	i <sub>2</sub>		5.27
	i <sub>3</sub>		3.220
	i <sub>4</sub>		2.040
	i <sub>5</sub>		1.361
	i <sub>6</sub>		1.000
Ratio gardan	i <sub>g</sub>		8.625
tekanan ban depan	p <sub>f</sub>	psi	26
tekanan ban belakang	p <sub>r</sub>	psi	30

Menggunakan pendekatan grafik pada gambar 1, karakteristik daya – torsi engine didapatkan grafik karakteristik daya-torsi engine kendaraan model seperti ditunjukkan pada gambar 2

Berdasarkan karakteristik daya-torsi engine (gambar 2) dihitung traksi kendaraan pada berbagi kecepatan (putaran mesin). Contohnya pada gigi I putaran mesin 2000 rpm.

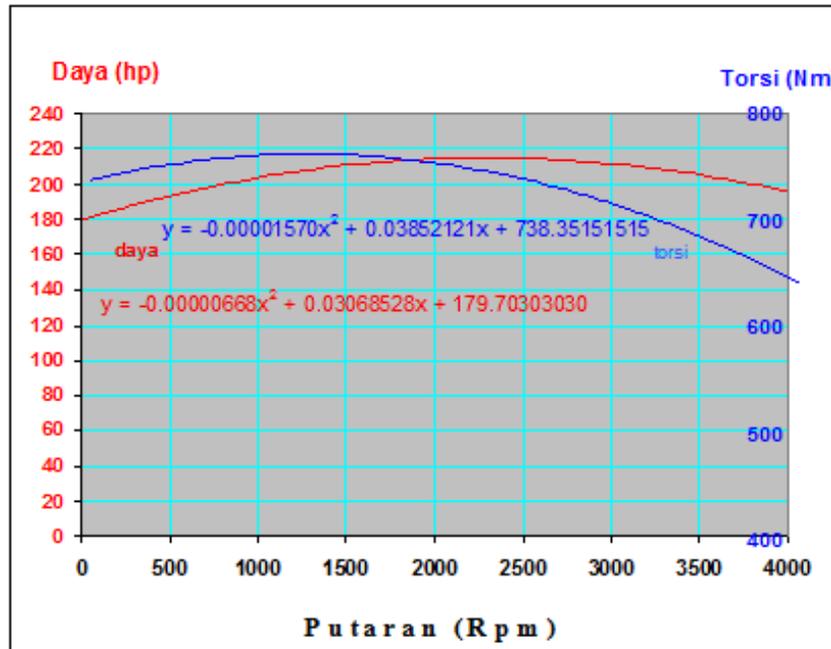
**Perhitungan dan Analisa Kinerja Traksi**

- Kecepatan kendaraan ( V )

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

$$V = 15,07 \text{ km/jam} = 4,17 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{0,06(1 - 3\%) \cdot 3,14 \cdot 0,60 \cdot 2000}{3,545 \cdot 4,105}$$



Gambar 2. Grafik karakteristik daya-torsi engine model

- Traksi total ( F )

$$F = \frac{M_e(V) \cdot i_k \cdot i_d}{r} \cdot \eta_t$$

$$F = \frac{128,90 \cdot 3,545 \cdot 4,105}{0,3} \cdot 0,9$$

$$F = 5627,45 \text{ N}$$

- Koefisien rolling resistance (  $f_r$  )

$$f_r = f_o + f_s \left( \frac{V}{100} \right)^{2,5}$$

$$f_r = 0,01 + 0,005 \left( \frac{15,07}{100} \right)^{2,5}$$

$$f_r = 0,038$$

- Gaya angkat aerodinamis (  $F_L$  )

$$F_L = \frac{1}{2} \cdot C_l \cdot \rho \cdot V_a^2 \cdot A_f$$

$$F_L = \frac{1}{2} \cdot 0,15 \cdot 1,225 \cdot (4,19 - 5)^2 \cdot 1,770$$

$$F_L = 0,1073 \text{ N}$$

- Gaya hambat aerodinamis (  $R_a$  )

$$R_a = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot \rho \cdot V_a^2 \cdot A_f$$

$$R_a = \frac{1}{2} \cdot 0,35 \cdot 1,225 \cdot (4,19 - 5)^2 \cdot 1,770$$

$$R_a = 0,2504 \text{ N}$$

- Rolling resistance (  $R_r$  )

$$R_r = f_r \cdot (W - F_L)$$

$$R_r = 0,038 \cdot (11270 - 0,1073)$$

$$R_r = 482,256$$

- Traksi bersih (  $F_{net}$  )

$$F_{net} = F - (R_a + R_r)$$

$$F_{net} = 5627,45 - (0,2504 + 482,256)$$

$$F_{net} = 5198,94 \text{ N}$$

- Percepatan yang dihasilkan ( a )

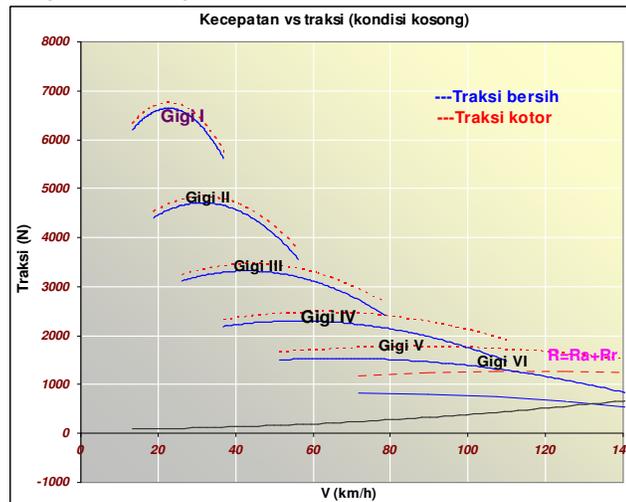
$$a = \frac{F_{net}}{m}$$

$$a = \frac{5198,94}{1150}$$

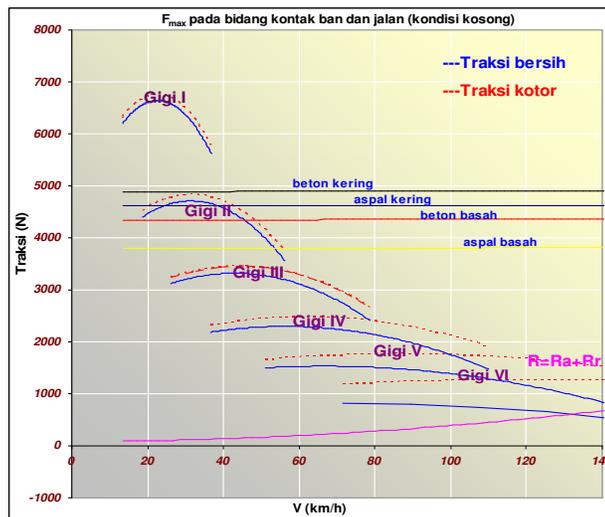
$$a = 4,521$$

Hasil perhitungan selengkapnya disajikan dalam bentuk grafik kinerja traksi untuk kendaraan uji pada kondisi kosong ditunjukkan dengan grafik kecepatan vs gaya dorong (traksi) pada gambar 3, gambar 4, gambar 5, dan gambar 6. Sedangkan grafik kinerja traksi untuk

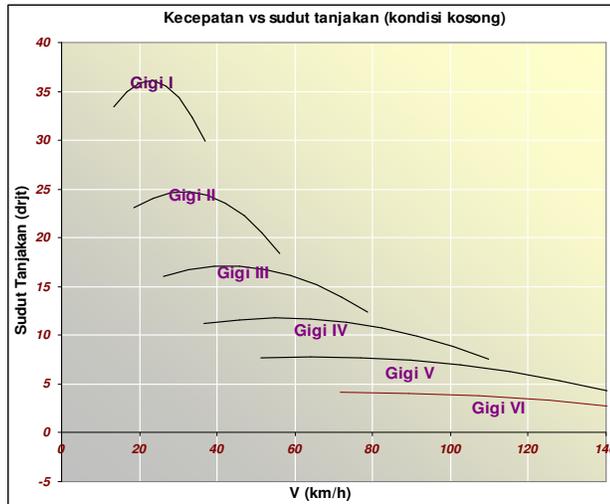
kendaraan uji pada kondisi muatan/terisi penuh ditunjukkan dengan grafik kecepatan vs gaya dorong (traksi) pada gambar 7, gambar 8, gambar 9, dan gambar 10.



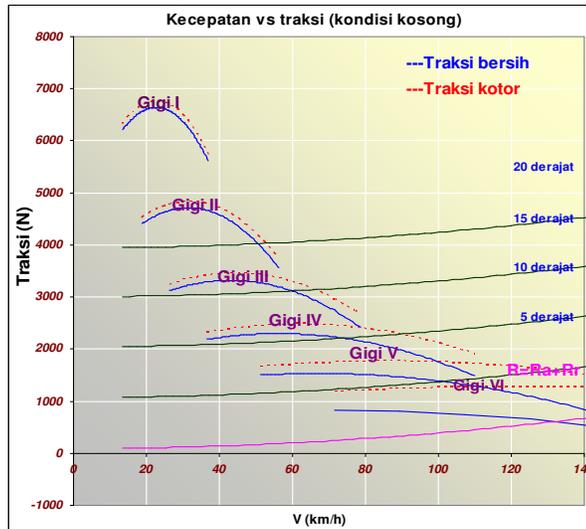
Gambar 3. Grafik karakteristik kinerja traksi kendaraan model pada kondisi kosong



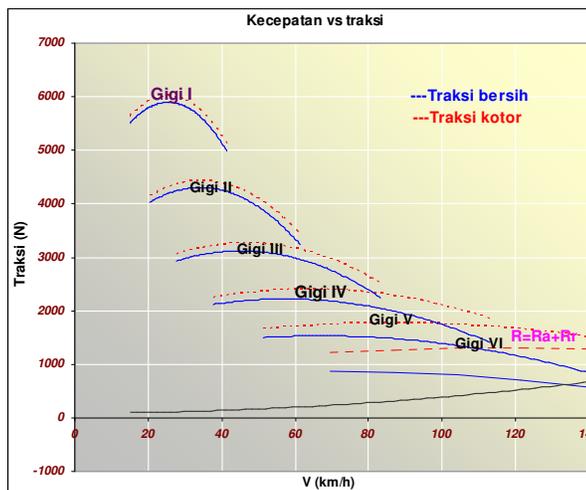
Gambar 4. Fmax untuk berbagai kondisi jalan pada kondisi kendaraan kosong



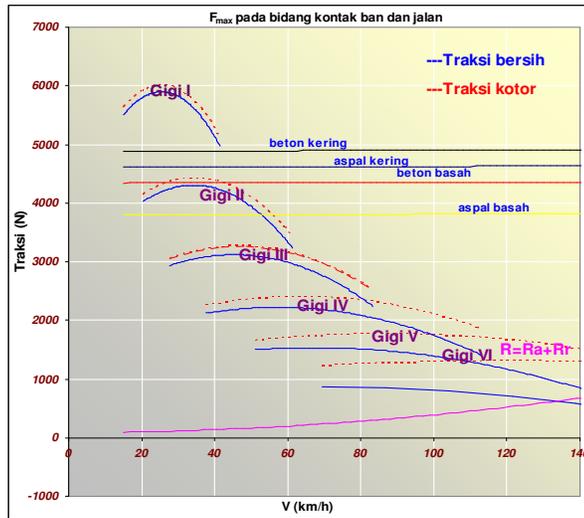
Gambar 5. Tanjakan yang mampu dilalui pada kondisi kendaraan kosong



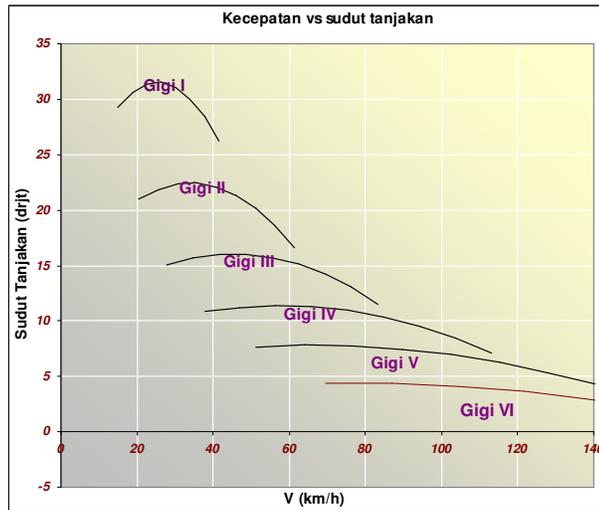
Gambar 6. Tanjakan yang mampu dilalui pada kondisi kendaraan kosong



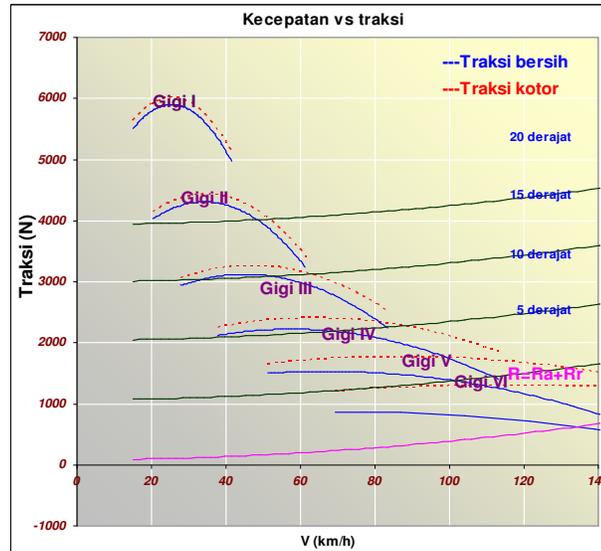
Gambar 7. Grafik Karakteristik Kinerja Traksi Kendaraan Model pada kondisi penuh



Gambar 8. F<sub>max</sub> untuk berbagai kondisi jalan pada kondisi kendaraan penuh



Gambar 9. Tanjakan yang mampu dilalui pada kondisi kendaraan penuh



Gambar 10. Tanjakan yang mampu dilalui pada kondisi kendaraan penuh

Nampak kinerja traksi kendaraan model pada kondisi penuh mampu melalui berbagai kondisi jalan, dengan tanjakan yang mampu dilalui sampai 32 derajat.

Dari grafik kinerja traksi (gambar 3 s/d gambar 10), gambaran traksi yang dibutuhkan untuk mengatasi segala hambatan khususnya hambatan tanjakan mencapai 6000 N, kemudian dari karakteristik daya-torsi diperkirakan kebutuhan daya minimum sekitar 220 hp.

#### KESIMPULAN

Dari uraian dan analisa dapat disimpulkan bahwa karakteristik traksi yang dibutuhkan kendaraan truk angkutan barang untuk mengatasi segala hambatan sepanjang jalur Denpasar-Gilimanuk mencapai 6000 N. sedangkan dari karakteristik daya-torsi, diprediksikan kebutuhan daya engine minimum mencapai 220 hp, dimana paling besar diperlukan untuk mengatasi hambatan tanjakan.

#### Daftar Pustaka

Agus Sigit P., Sutantra, Nyoman, Fauzan Iwan, *Design and Performance of*

*Gearless Variable Transmission Applied for Automotive*, Proc.FISITA, Soul, 2001.

Atmika, Adi, *Karakteristik Traksi dan Kinerja Transmisi Pada Sistem Gear Transmission dan Gearless Transmission*, Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 3 Nomor 2, Denpasar, 2004.

Hartana, Pande, *Karakteristik Beban Angin dan Pengaruhnya Terhadap Perilaku Arah dan Kinerja Traksi Kendaraan*, Teknik Mesin FTI – ITS Surabaya, 1993.

Sutantra, Nyoman, *Teknologi Otomatif, Teori dan Aplikasinya*, Penerbit Guna Widya, Edisi Pertama, Surabaya, 2001

Sutantra, Nyoman, Joni, Made, *The Effect of Wind Forces on Vehicle Directional Stability*, IPC-II on Automotive Eng., Bali, 1997.

Wong J.Y, *Theory of Ground Vehicles*, Jhon Wiley & Sons Inc.