

## Kinerja Traksi Sepeda Motor Roda Tiga Pada Berbagai Kondisi Jalan dan Muatan

I Ketut Adi Atmika<sup>1)\*</sup>, I Gusti Agung Kade Suriadi<sup>2)</sup>

<sup>1), 2)</sup> Prodi Teknik Mesin, Universitas Udayana

Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362

Email: [tutadi@unud.ac.id](mailto:tutadi@unud.ac.id), [gungsuriadi@yahoo.co.id](mailto:gungsuriadi@yahoo.co.id)

doi: <https://doi.org/10.24843/METTEK.2021.v07.i02.p03>

### Abstrak

Belakangan ini berkembang kendaraan niaga yang berbasis sepeda motor yang digunakan untuk berdagang atau pengangkutan sampah. Kurangnya akselerasi dan beberapa kali ditemukan kecelakaan kendaraan sepeda motor roda tiga karena tidak mampu mengatasi kondisi jalan belok maupun dipaksakan mengangkut barang yang berlebih, membutuhkan kajian dan analisa performa traksi kendaraan sepeda motor roda tiga. Penelitian dilakukan dengan menguji karakteristik daya torsi engine kendaraan sepeda motor roda tiga pada chassis dynamometer. Karakteristik tersebut menjadi bagian simulasi pada system drive train sepeda motor roda tiga untuk mendapatkan kinerja traksi kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan adanya traksi yang tidak terpakai dari perpindahan transmisi pertama sampai kelima. Analisa traksi kendaraan model tanpa muatan mampu mengatasi tanjakan maksimum sebesar  $20,59^{\circ}$ , sedangkan tanjakan maksimum dengan muatan 100 kg mencapai  $15,84^{\circ}$  dan dengan muatan 150 kg mencapai  $14,20^{\circ}$ . Kendaraan model tanpa muatan mampu melewati berbagai medan jalan sedangkan dengan beban 100 kg hanya mampu melewati jalan aspal basah dan kendaraan model dengan beban 150 kg tidak mampu melewati berbagai kondisi jalan.

**Kata kunci:** traksi, hambatan rolling, hambatan tanjakan, kendaraan roda tiga

### Abstract

*Recently, there has been a development of commercial vehicles based on motorcycles that are used for trading or transporting garbage. The lack of acceleration and several three-wheeled motorcycle accidents were found because they were unable to cope with turning road conditions or forced to carry excess goods, requiring a study and analysis of the traction performance of three-wheeled motorcycles. The research was conducted by testing the characteristics of the engine torque of a three-wheeled motorcycle on a chassis dynamometer. These characteristics are part of the simulation on the three-wheeled motorcycle drive train system to obtain vehicle traction performance. The results showed that there was unused traction from the first to the fifth transmission shift. Traction analysis of an unloaded model vehicle is able to overcome a maximum incline of  $20,59^{\circ}$ , while the maximum incline with a load of 100 kg reaches  $15,84^{\circ}$  and with a load of 150 kg it reaches  $14,20^{\circ}$ . The model vehicle without a load is able to pass through various terrains, whereas with a load of 100 kg it is only able to pass through wet asphalt roads and a model vehicle with a load of 150 kg is unable to pass through various road conditions.*

**Keywords:** traction, rolling resistance, grade resistance, tricycle.

## 1. PENDAHULUAN

Moda transportasi adalah kebutuhan yang cukup penting saat ini, yang mana moda tersebut harus memenuhi beberapa aspek diantaranya, aspek kenyamanan, aspek kestabilan dan keamanan. Hal ini menjadi perhatian perusahaan otomotif untuk mengembangkan teknologi sehingga mampu memenuhi aspek-aspek tersebut. Perilaku arah kendaraan belakangan ini menjadi tolak ukur keandalan serta performa bagi sebuah kendaraan. Perilaku atau dikenal dengan stabilitas kendaraan ini terkait dengan pengendalian gerak kendaraan baik pada kecepatan konstan maupun pada saat ada percepatan [1], [2]. Dengan kenyataan tersebut, sebagaimana diutarakan pada peraturan pemerintah tentang angkutan jalan raya, beberapa peraturan teknis haruslah dipenuhi oleh suatu sistem alat angkut, diantaranya keselamatan, keamanan, dan kenyamanan [3]. Disamping aturan-aturan baku standarisasi kendaraan pengangkut beberapa peneliti mengutarakan kendaraan bermotor selain memiliki kemampuan angkut yang pasti terhadap barang dan manusia juga harus memiliki kualitas dalam hal kestabilan, kenyamanan dan keamanan. Mengacu pada pokok – pokok tersebut, dalam suatu sistem manajemen transportasi sangat perlu dikaji secara ilmiah berkaitan dengan kinerja traksi dan perilaku guling kendaraan untuk mengatasi berbagai kondisi jalan.

Sepuluh tahun terakhir, berkembang kendaraan niaga yang berbasis sepeda motor. Kendaraan ini berupa sepeda motor roda tiga yang digunakan untuk berdagang atau banyak juga digunakan untuk mengangkut sampah. Kendaraan roda tiga merupakan jenis perkembangan yang baik antara kemampuan manuver dari sepeda motor dan kestabilan kendaraan roda empat [4]. Beberapa pengendara yang mengeluhkan kurangnya akselerasi dan perilaku yang kurang stabil pada saat mengemudikan kendaraan roda tiga, terutama pada jalan berliku dan tanjakan. Disamping itu beberapa kali ditemukan kecelakaan kendaraan sepeda motor roda tiga karena tidak mampu mengatasi kondisi jalan belok maupun dipaksakan mengangkut barang yang berlebih [5], [6].

Beberapa peneliti mengutarakan kendaraan bermotor selain memiliki kemampuan angkut yang pasti terhadap barang dan manusia juga harus memiliki kualitas dalam hal mengatasi tanjakan atau gaya traksi yang memadai [7]. Perancangan dan analisa traksi kendaraan pedesaan dikembangkan untuk mendapatkan desain yang optimal [8]. Parameter penting dalam menentukan keunggulan suatu produk otomotif adalah kemampuan traksi. Parameter ini berkaitan dengan kemampuan kendaraan untuk berakselerasi, mengatasi hambatan angin, mengatasi rolling resisten, dan kemampuan untuk menarik beban [9].

Metode komprehensif untuk prediksi kinerja roda penggerak off-road disajikan, dengan asumsi permukaan kontak roda-tanah parabola. Performa traksi yang digerakkan roda diprediksi untuk mode mengemudi dan pengereman [10]. Suatu penelitian untuk mengontrol kecepatan dan slip roda untuk kondisi parah interaksi permukaan ban adalah tugas yang menantang dalam desain sistem kontrol traksi untuk kendaraan listrik [11], [12].

Makalah ini menyajikan performa traksi (gaya dorong) kendaraan sepeda motor roda tiga yang dipakai sebagai kendaraan angkutan niaga (barang).

## 2. METODE

### 2.1. Rancangan Penelitian

Proses pengumpulan data dilakukan dengan pengujian/eksperimen kendaraan model (menguji mesin kendaraan sepeda motor roda tiga) pada chassis dinamometer untuk mendapatkan karakteristik daya-torsi *engine* kendaraan model. Skema pengujian ditunjukkan pada gambar 1.



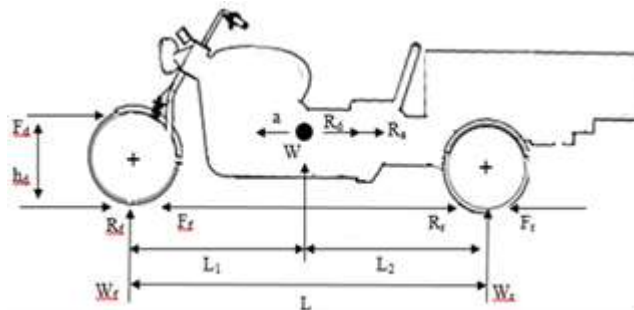
Gambar 1. Skema Uji Mesin di Chasis Dynamometer

## 2.2. Obyek penelitian dan pengolahan data

Obyek spesifik dari penelitian ini adalah rasio sistem transmisi kendaraan. Kemudian variable penelitian adalah putaran mesin ( $n_e$ ) dan rasio sistem transmisi standard/modifikasi kendaraan ( $i$ ) sebagai variable bebas, sedangkan torsi mesin ( $M_e$ ) dan kinerja traksi untuk berbagai sistem transmisi yang dirancang ( $F$ ) adalah variable terikatnya. Analisa performa traksi pada sistem transmisi yang dirancang disimulasikan melintasi berbagai kondisi jalan.

## 2.3. Pemodelan dan Analisis Traksi

Gambaran dinamika kendaraan yang mengilustrasikan perilaku gerak keadaan kendaraan, perilaku arah kendaraan, stabilitas arah kendaraan, kenyamanan kendaraan dan keamanan kendaraan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram benda bebas kendaraan roda tiga

Keterangan:

$F_f, F_r$  = Gaya dorong roda depan dan belakang.

$R_f, R_r$  = Gaya hambat *rolling* roda depan dan belakang.

$W_f, W_r$  = Gaya reaksi normal jalan roda depan dan belakang

$R_a$  = Hambatan aerodinamis.

$R_d$  = Hambatan karena menarik beban.

$F_d$  = Gaya hambat angin.

$h_d$  = Posisi tinggi garis kerja dari gaya  $R_d$ .

$a$  = Percepatan kendaraan.

$W$  = Berat total kendaraan.

Rumus umum dari gaya dorong ( $F$ ) adalah :

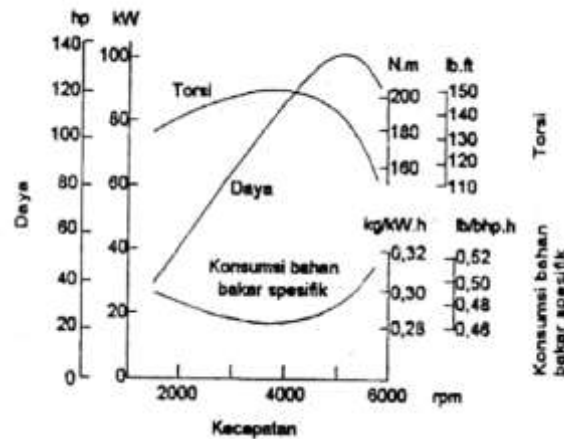
$$F = F_r = R_a + R_r + R_g + R_d + \frac{W}{g} a \quad (2.1)$$

Gaya dorong maksimum yang mampu dihitung oleh kontak antara ban dan jalan adalah sebesar gaya normal dikalikan koefisien gesek ( $\mu$ ) antara ban dan jalan, dirumuskan sebagai berikut.

$$F_{max} = F_r_{max} = W_r \cdot \mu \quad (2.2)$$

### 2.3.1. Karakteristik Transmisi

Karakteristik daya-torsi kendaraan mesin bensin secara umum untuk setiap putaran mesin kendaraan ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Karakteristik kinerja mesin bensin [13].

Formula gaya dorong (traksi) pada roda penggerak dapat dirumuskan:

$$F_k = \frac{M_e(v) \cdot i_k \cdot i_d}{r} \eta_t \quad (2.3)$$

Dimana :

- $F_k$  = gaya traksi pada tingkat ke-k (N)
- $r$  = jari-jari roda penggerak (m)
- $i_k$  = ratio roda gigi ke-k
- $M_e$  = torsi mesin untuk percepatan  $v$  (N.m)
- $i_d$  = ratio roda gigi differensial

Hubungan kecepatan kendaraan dengan kecepatan putaran mesin sebagai berikut:

$$V = \frac{0,06(1-S) \cdot \pi \cdot D \cdot N}{i_k \cdot i_d} \quad (2.4)$$

Dimana:

- $V$  = Kecepatan kendaraan (km/jam)
- $D$  = Diameter roda (m)
- $N$  = Putaran mesin (Rpm)
- $S$  = Koefisien slip pada ban kendaraan (2-5%)

### 2.3.2 Gaya Hambat Kendaraan

Koefisien *rolling resistance* ( $f_r$ ) merupakan fungsi kecepatan kendaraan dan parameter tekanan ban dan dihitung dengan rumus:

$$f_r = f_o + f_s \left( \frac{v}{100} \right)^{2,5} \quad (2.5)$$

Keterangan:

- $f_o, f_s$  = koefisien-koefisien yang tergantung dari tekanan ban [13].
- $v$  = kecepatan kendaraan (km/h)

### 2.3.3. Analisa Tanjakan

Besarnya sudut tanjakan jalan yang mampu dilalui oleh kendaraan pada kecepatan

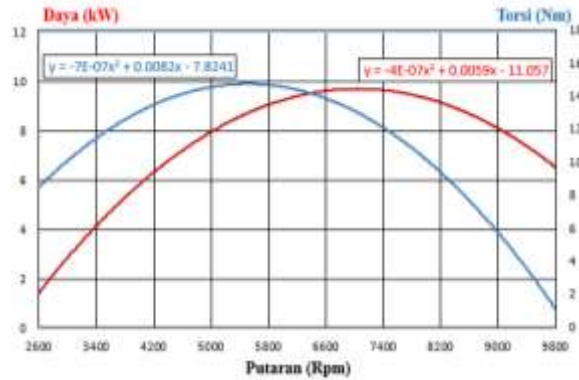
tertentu, yaitu:

$$\theta = \arcsin \frac{F_{net}}{W} \quad (2.6)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

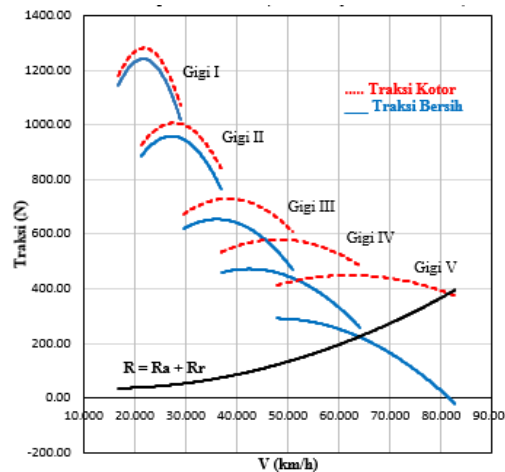
#### 3.1. Analisa Kinerja Traksi

Hasil uji daya torsi menggunakan chasis dynameter ditunjukkan pada gambar 4.

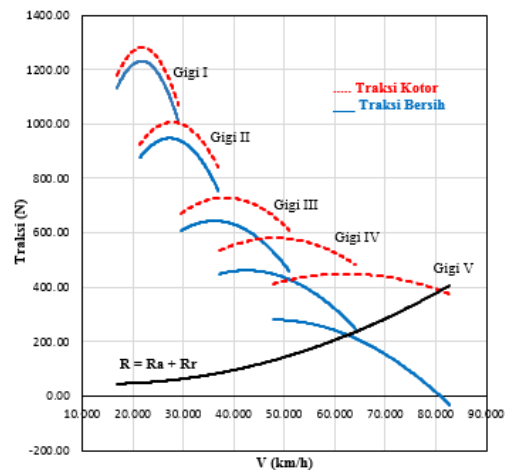


Gambar 4. Karakteristik daya-torsi engine model kendaraan uji

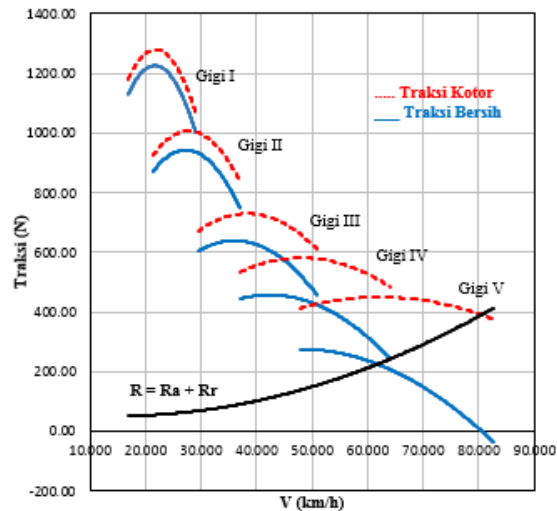
Langkah berikutnya yaitu dari data-data daya torsi engine kendaraan model, didapatkan karakteristik traksi kendaraan model seperti ditunjukkan pada gambar 5 sampai dengan gambar 10. Analisa traksi dilakukan pada beban tanpa beban, 100 kg, dan 150 kg.



Gambar 5. Karakteristik traksi kendaraan model tanpa beban



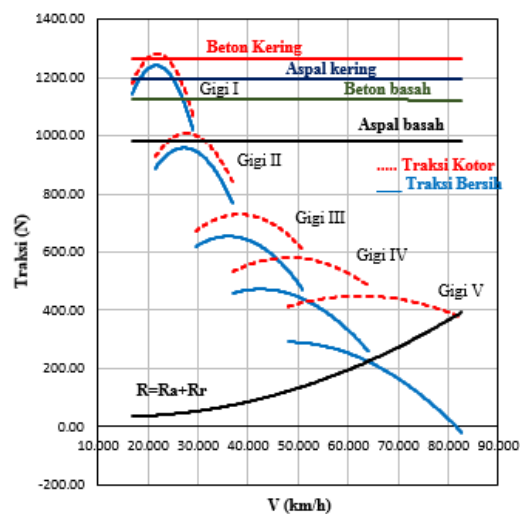
Gambar 6. Karakteristik traksi kendaraan model dengan beban 100 kg



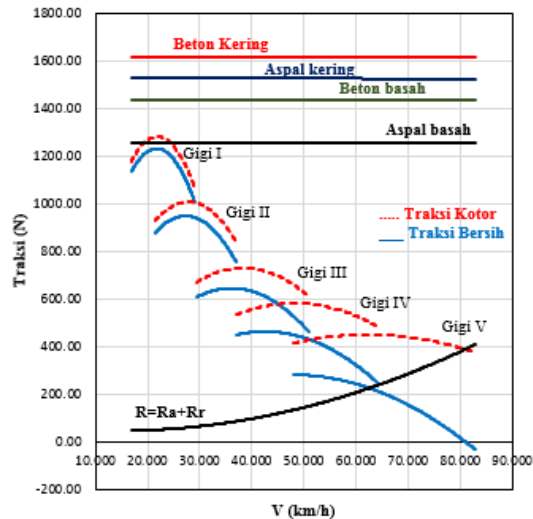
Gambar 7. Karakteristik traksi kendaraan model dengan beban 150 kg

Berdasarkan grafik karakteristik traksi pada kendaraan tanpa beban, traksi kotor maximum mencapai 1279,91 N dan traksi bersih mencapai 1240,62 N, kendaraan dengan beban 100 kg traksi kotor maximum mencapai 1279,91 N dan traksi bersih 1230,73 N, sedangkan pada kendaraan dengan beban 150 kg traksi kotor mencapai 1279,91 N dan traksi bersih 1225,78 N. Nampak dari grafik tersebut masih ada traksi yang terbuang, dikarenakan kecepatan kendaraan tidak mampu untuk melawan hambatan-hambatan yang terjadi [14].

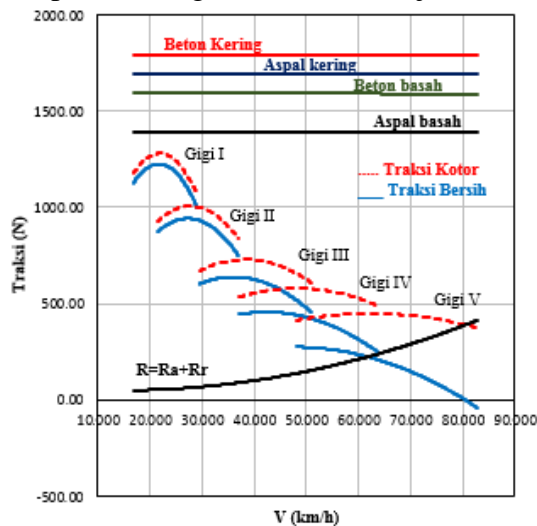
Kemudian gaya maksimum yang mampu ditahan ban kendaraan untuk berbagai tipe jalan ditunjukkan pada gambar 8 sampai dengan gambar 10. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kendaraan model tanpa beban mampu melalui setiap kondisi jalan, baik beton kering, beton basah, aspal kering maupun aspal basah (gambar 8). Traksi maksimum yang diperlukan untuk melewati jalan beton kering sebesar 1264,53 N, jalan beton basah sebesar 1124,02 N, jalan aspal kering sebesar 1194,27 N, dan jalan aspal basah sebesar 983,52 N. Sedangkan traksi total yang dihasilkan oleh kendaraan model sebesar 1177,68 N [15].



Gambar 8. Fmax pada bidang kontak ban dan jalan tanpa beban



Gambar 9. Fmax pada bidang kontak ban dan jalan bermuatan 100 kg



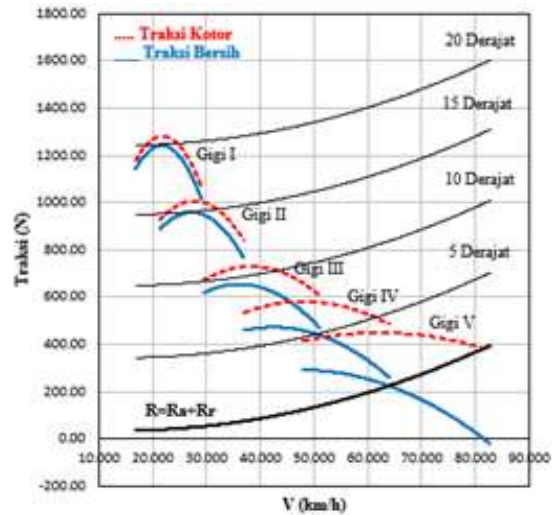
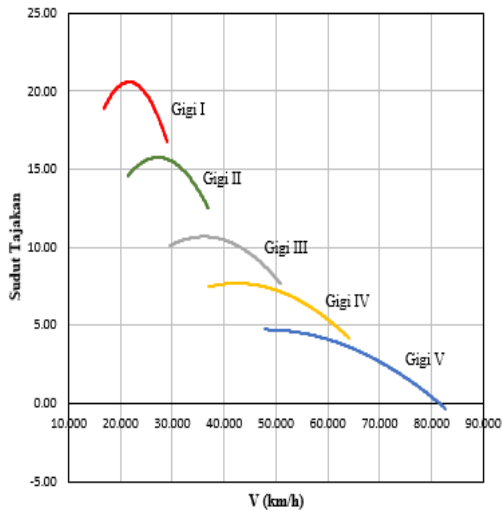
Gambar 10. Fmax pada bidang kontak ban dan jalan bermuatan 150 kg

Kendaraan dengan beban 100 kg hanya mampu melalui kondisi jalan aspal basah saja (gambar 9). Traksi maksimum yang diperlukan untuk melewati jalan beton kering sebesar 1615,68 N, jalan beton basah sebesar 1436,16 N, jalan aspal kering sebesar 1525,92 N, dan jalan aspal basah sebesar 1256,64 N. Sedangkan traksi total yang dihasilkan oleh kendaraan model sebesar 1177,68 N [15].

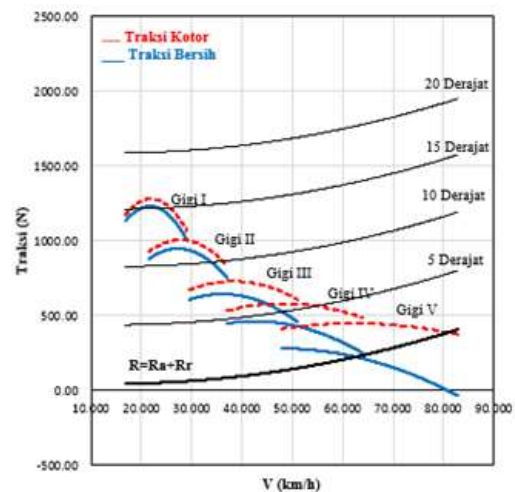
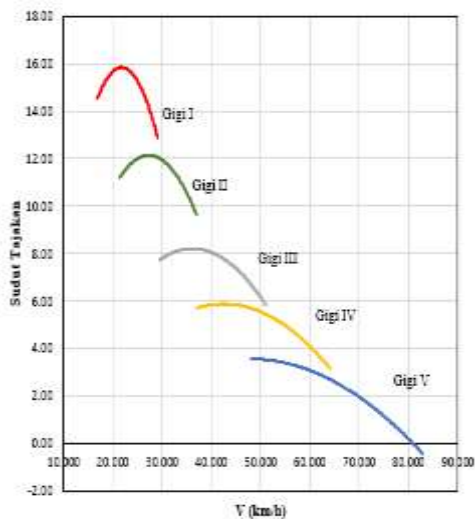
Sedangkan kendaraan dengan beban 150 kg sudah tidak mampu melawan hambatan jalan (gambar 10). Traksi maksimum yang diperlukan untuk melewati jalan beton kering sebesar 1791,25 N, jalan beton basah sebesar 1592,23 N, jalan aspal kering sebesar 1691,74 N, dan jalan aspal basah sebesar 1393,20 N. Sedangkan traksi total yang dihasilkan oleh kendaraan model sebesar 1177,68 N [15].

### 3.2. Analisa Tanjakan

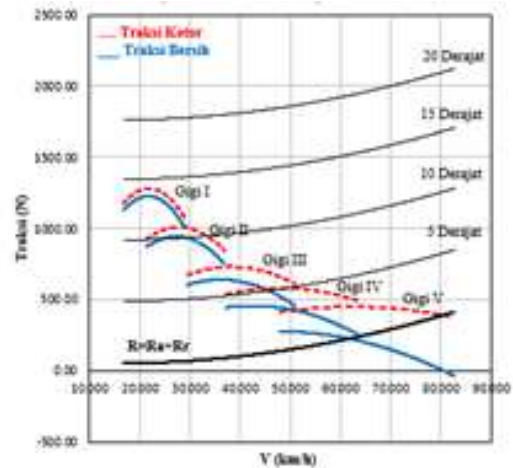
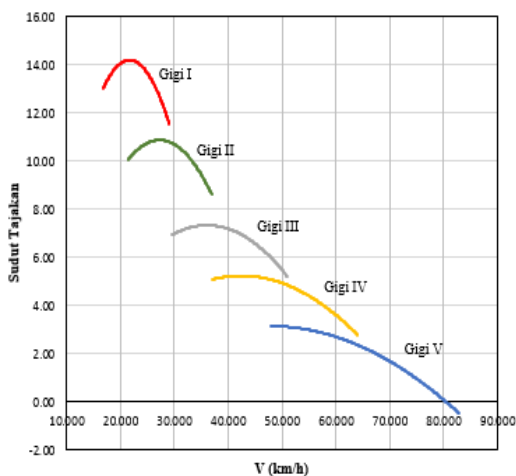
Kemampuan mengatasi tanjakan kendaraan model untuk tanpa muatan, beban 100 kg, dan beban 150 kg ditunjukkan pada gambar 11 sampai dengan gambar 12.



Gambar 11. Tanjakan yang mampu dilalui kendaraan model tanpa beban



Gambar 12. Tanjakan yang mampu dilalui kendaraan model bermuatan 100 kg



Gambar 13. Tanjakan yang mampu dilalui kendaraan model bermuatan 150 kg

Dari gambar 11, kemampuan menanjak kendaraan model tanpa muatan dapat melewati kemiringan jalan maksimum sebesar  $20,59^{\circ}$ , dimana sudut tanjakan  $5^{\circ}$  dapat dilalui pada transmisi tingkat ke-4, sudut tanjakan  $10^{\circ}$  dapat dilalui pada transmisi tingkat ke-3, sudut tanjakan  $15^{\circ}$  dapat dilalui pada tingkat transmisi ke-2 dan sudut tanjakan  $20^{\circ}$  dapat dilalui



pada tingkat transmisi ke-1 [16].

Kemudian kendaraan model dengan muatan 100 kg melewati kemiringan jalan maximum sebesar  $15,84^{\circ}$  (gambar 12). Sudut tanjakan  $5^{\circ}$  dapat dilalui pada transmisi tingkat ke-4, sudut tanjakan  $10^{\circ}$  dapat dilalui pada transmisi tingkat ke-2, sudut tanjakan  $15^{\circ}$  dapat dilalui pada tingkat transmisi ke-1.

Sedangkan kendaraan dengan beban 150 kg melewati kemiringan jalan maximum  $14,20^{\circ}$  (gambar 13). Sudut tanjakan  $50$  dapat dilalui pada transmisi tingkat ke-3, sudut tanjakan  $10^{\circ}$  dapat dilalui pada transmisi tingkat ke-2, sudut tanjakan  $14^{\circ}$  dapat dilalui pada tingkat transmisi ke-1.

#### 4. SIMPULAN

Kinerja traksi kendaraan model masih banyak traksi yang terbuang dan jauh mendekati ideal, dikarenakan kecepatan kendaraan tidak mampu untuk melawan hambatan yang terjadi. Sedangkan perbedaan antara traksi kotor dan traksi bersih tidak begitu besar terlihat dari kurva yang agak berimpitan.

Performa traksi kendaraan tanpa muatan yang dihasilkan mampu digunakan untuk melewati setiap kondisi jalan sedangkan pada kondisi bermuatan 100 kg hanya mampu melewati jalan aspal basah dan pada kondisi bermuatan 150 kg tidak mampu melewati berbagai hambatan jalan.

Kendaraan model tanpa muatan dapat melewati kemiringan jalan maksimum sebesar  $20,59^{\circ}$  sedangkan dengan muatan 100 kg dapat melewati kemiringan jalan maksimum sebesar  $15,84^{\circ}$  dan dengan muatan 100 kg dapat melewati kemiringan jalan maksimum sebesar  $14,20^{\circ}$ .

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini bagian dari penelitian Unggulan Program Studi tahun 2021, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Udayana dan Fakultas Teknik Universitas Udayana atas dana yang diberikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Sudarsono and J. Dewanto, "Pemodelan Sistem Gaya Dan Traksi Roda," *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 64–69, 2003.
- [2] I. Suriadi and K. A. Atmika, "Perancangan Rasio Sistem Transmisi Kendaraan Penggerak Roda Belakang untuk Meningkatkan Kinerja Traksi," *Energi dan Manufaktur*, pp. 44–48, 2016.
- [3] K. Perhubungan, T. D. B. A. D. A. N. BATAS, and A. K. A. P. K. EKONOM, "Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1993 tentang Angkutan Jalan." Jakarta: Kementerian Perhubungan, 1993.
- [4] W. E. Juwana and J. S. Budi, "Analisis Karakteristik Handling Kendaraan Roda Tiga Dengan Revolutive Joint Frame," *Mekanika*, vol. 12, no. 2, 2014.
- [5] A. Suraji and H. Sulistio, "Model kecelakaan sepeda motor pada suatu ruas jalan," *J. Transp.*, vol. 10, no. 1, 2010.
- [6] M. A. Siregar, "Analisis Kinerja Traksi dan Redesign Transmisi Armored Personnel Carrier Komodo 4X4." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [7] D. G. E. Putra, I. K. A. Atmika, and I. M. Widyarta, "ANALISIS KINERJA TRAKSI KENDARAAN RODA TIGA DENGAN MODIFIKASI PROGRESI GEOMETRI BEBAS," *Pros. Konf. Nas. Eng. Perhotelan IX*, vol. 18, p. 25, 2018.
- [8] R. F. Rahman, A. Wikarta, and I. N. Sutantra, "Perancangan dan Analisis Karakteristik Traksi pada Mobil Pedesaan Serbaguna WAPRODES," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, pp. E21–E26, 2018.

- [9] A. Komaladewi, I. Suriadi, and I. Atmika, "Geometric Progression Application In Design Transmission Gear Ratio," in *Applied Mechanics and Materials*, 2015, vol. 776, pp. 343–348.
- [10] I. Shmulevich and A. Osetinsky, "Traction performance of a pushed/pulled drive wheel," *J. Terramechanics*, vol. 40, no. 1, pp. 33–50, 2003.
- [11] D. Savitski *et al.*, "Improvement of traction performance and off-road mobility for a vehicle with four individual electric motors: Driving over icy road," *J. Terramechanics*, vol. 69, pp. 33–43, 2017.
- [12] I. K. Adi Atmika, "Smart Chassis System Berbasis Proporsi Kontrol Traksi dan Pengereman," 2015.
- [13] I. N. Sutantra, "Teknologi Otomotif Teori dan Aplikasinya," *Surabaya Guna Widya*, 2001.
- [14] I. K. A. Atmika, I. D. G. A. Subagia, and I. Suriadi, "Karakteristik Traksi dengan Kontrol Rasio CVT Pada Kendaraan Mikro Hibrida," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 8, no. 2, 2015.
- [15] J. A. Ejsmont, G. Ronowski, B. Świczko-Żurek, and S. Sommer, "Road texture influence on tyre rolling resistance," *Road Mater. Pavement Des.*, vol. 18, no. 1, pp. 181–198, 2017.
- [16] I. C. Adhi, A. S. Komaladewi, I. K. A. Atmika, and I. Suriadi, "Analisa Traksi Untuk Kendaraan Truk Angkutan Barang Jalur Denpasar-Gilimanuk," *Din. Tek. Mesin J. Keilmuan dan Terap. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, 2012.