

# Analisis Perbandingan dan Studi Eksperimen Karakteristik Traksi Transmisi Manual dengan Transmisi Otomatis pada Mobil Suzuki All New Ertiga 2018

Rachma Dwi Mahmuddah dan I Nyoman Sutantra

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail:* tantra@me.its.ac.id

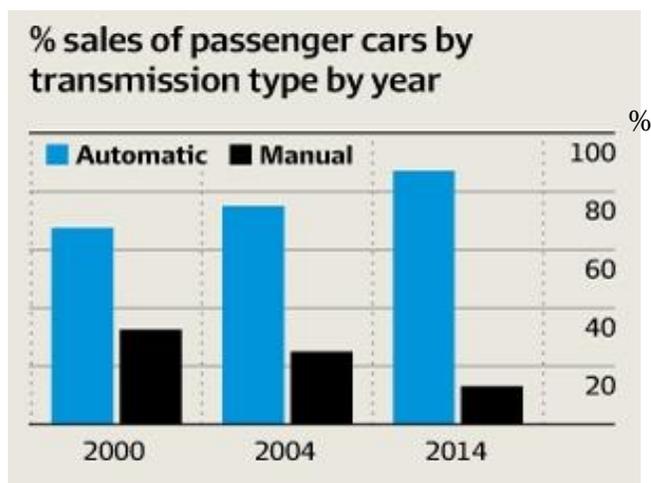
**Abstrak**—Menurut Federal Chamber of Automotive Industries, pada tahun 2014 penjualan mobil transmisi manual hanya 13% dari jumlah mobil penumpang yang terjual. Penjualan ini mengalami penurunan dari 33% pada tahun 2000. Mobil transmisi otomatis lebih unggul dibandingkan dengan mobil transmisi manual karena kemudahan dan kenyamanan dalam penggunaannya. Namun, tidak banyak masyarakat yang mengetahui dan memahami kinerja traksi yang bagaimana yang sesuai dengan kondisi jalan di Indonesia karena kurangnya informasi dari pihak produsen. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis untuk membandingkan karakteristik traksi pada masing-masing sistem transmisi berdasarkan perhitungan teoritis dan pengujian. Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahap pengujian, yaitu pengujian dynotest untuk mengetahui efisiensi transmisi, analisis perhitungan untuk mendapatkan grafik karakteristik traksi, kecepatan maksimum, dan sudut tanjak maksimum pada mobil Suzuki All New Ertiga 2018 transmisi manual dan transmisi otomatis kemudian dilakukan evaluasi serta dibandingkan pada hasil analisis perhitungan. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah gaya dorong maksimum untuk transmisi manual sebesar 6,288 kN dengan sudut tanjak maksimum 31,509° dan kecepatan maksimum pada tingkat gigi keempat sebesar 152,427 km/jam sedangkan untuk transmisi otomatis sebesar 4,809 kN dengan sudut tanjak maksimum 23,459° dan kecepatan maksimum pada tingkat gigi keempat sebesar 127,962 km/jam. Maka dapat disimpulkan bahwa transmisi manual memiliki performa yang lebih baik dengan efisiensi yang lebih tinggi yaitu 82,97% dibandingkan dengan transmisi otomatis yang hanya 77,17%.

**Kata Kunci**— Gaya dorong kendaraan, Karakteristik traksi, Torsi konverter, Transmisi manual, Transmisi otomatis

## I. PENDAHULUAN

**P**ERKEMBANGAN teknologi dan ilmu pengetahuan yang semakin pesat menyebabkan masyarakat semakin selektif dalam memilih kendaraan bermotor khususnya mobil atau kendaraan roda empat. Sehingga perusahaan juga harus meningkatkan kualitas produknya untuk memenuhi permintaan dan keinginan masyarakat. Performa mesin menjadi salah satu penilaian masyarakat dalam memilih mobil selain desain bodi baik interior maupun eksterior, serta kenyamanan saat dikendarai. Namun, tidak banyak masyarakat yang mengetahui dan memahami performa mesin yang bagaimana yang sesuai dengan kondisi jalan di Indonesia karena kurangnya informasi dari pihak produsen. Salah satu performa mesin yang penting adalah kemampuan kendaraan untuk melaju, dipercepat, dan

mengatasi hambatan yang terjadi pada kendaraan yaitu gaya hambat angin, gaya hambat *rolling*, dan gaya hambat tanjakan. Gaya yang terjadi pada roda penggerak kendaraan untuk mengatasi hambatan tersebut disebut dengan gaya dorong atau gaya traksi. Kemampuan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh kemampuan mesin, pemilihan tingkat dan rasio transmisi, dan jenis transmisi yang digunakan.



Gambar 1. Data penjualan mobil penumpang berdasarkan tipe transmisi [1].

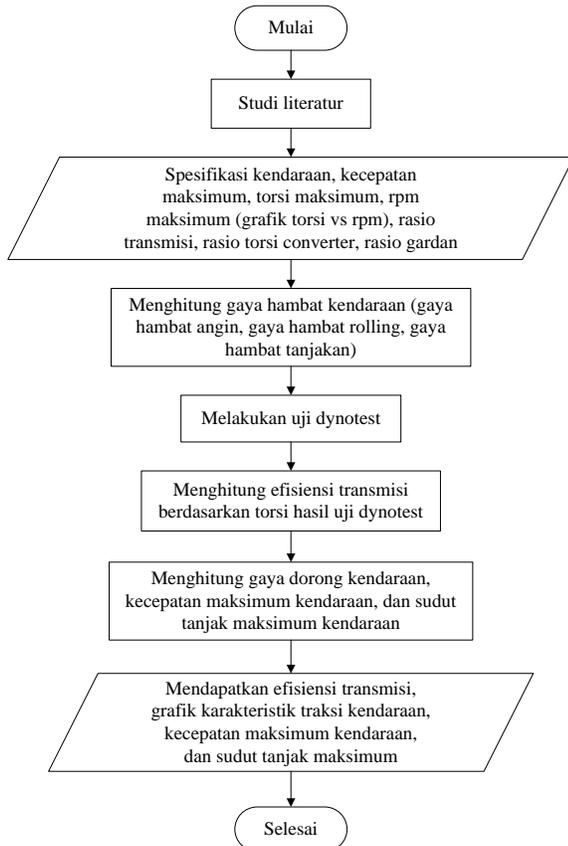
Menurut *Federal Chamber of Automotive Industries*, pada tahun 2014 penjualan mobil transmisi manual hanya 13% dari jumlah mobil penumpang yang terjual. Penjualan ini mengalami penurunan dari 33% pada tahun 2000 (Gambar 1). Hal ini disebabkan karena perkembangan teknologi pada transmisi otomatis mengalami peningkatan yang pesat dibandingkan transmisi manual. Salah satu contoh mobil L-MPV yang sedang mengalami transformasi yang cukup baik adalah mobil Suzuki All New Ertiga 2018. Menurut PT. Suzuki Indomobil Sales, sebanyak 55% masyarakat di Indonesia membeli mobil Suzuki All New Ertiga 2018 bertransmisi otomatis, sedangkan 45% memilih transmisi manual. Di kota besar dengan tingkat kemacetan yang cukup tinggi, masyarakat cenderung menggunakan mobil transmisi otomatis dikarenakan penggunaan yang mudah dan nyaman.

Dengan menggunakan *engine* yang sama, sistem transmisi yang berbeda maka kinerja traksi yang dihasilkan juga berbeda. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui performa mobil yang bagaimana yang sesuai dengan kebutuhan

masyarakat saat ini agar masyarakat dapat memilih produk yang tepat. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan dan menganalisa mobil Suzuki All New Ertiga 2018 Type GX transmisi manual dengan transmisi otomatis.

## II. METODE PENELITIAN

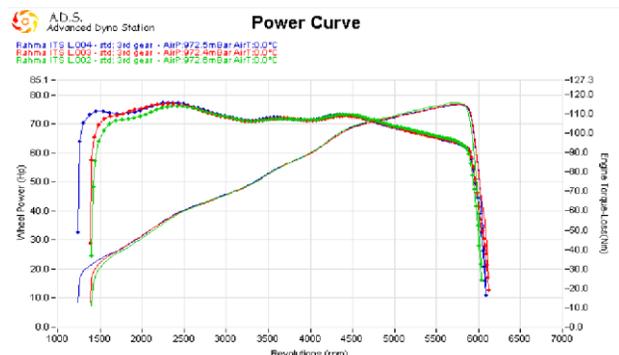
Adapun metode penelitian yang dilakukan dapat diilustrasikan pada Gambar 2.



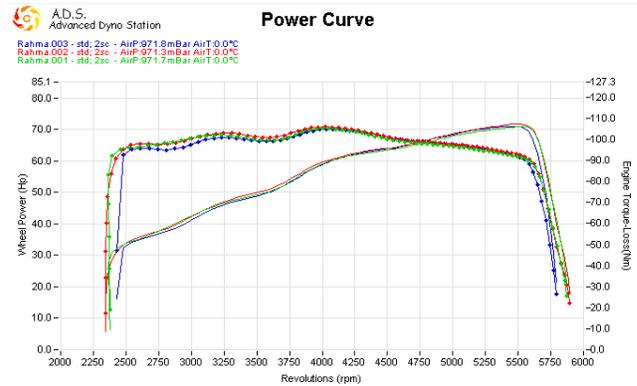
Gambar 2. Flowchart penelitian.

### A. Pengujian Dynotest

Pengujian *dynotest* dilakukan untuk mendapatkan nilai torsi dan daya pada putaran tertentu. Pengambilan data dilakukan di Bengkel Elysium Autotech Tenggilis Surabaya sehingga didapatkan grafik *torque* dan *power* pada mobil Suzuki All New Ertiga 2018 seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Grafik *torque* dan *power* Suzuki All New Ertiga 2018 transmisi manual pada tingkat gigi 3.



Gambar 4. Grafik *torque* dan *power* Suzuki All New Ertiga 2018 transmisi otomatis pada tingkat gigi 2.

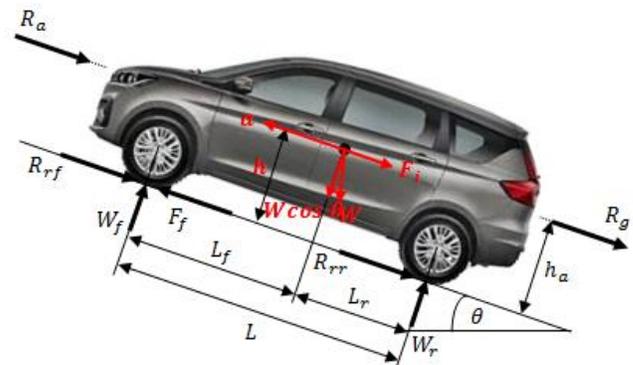
Efisiensi transmisi diperoleh dengan membandingkan nilai *torque* maksimum pada hasil pengujian tersebut dengan *peak torque* pada *engine*. Hasil perhitungan efisiensi pada masing-masing sistem transmisi ditabelkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi transmisi manual (MT) dan transmisi otomatis (AT).

	MT	AT
Torsi maksimum	114,5 Nm	106,5 Nm
Daya maksimum	77,4 HP	71,7 HP
Efisiensi	82,97%	77,17%

### B. Perhitungan Gaya Hambat Kendaraan

Gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan yang bergerak lurus pada sebuah permukaan dengan sudut tanjakan tertentu dapat dijabarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Dinamika kendaraan mobil Suzuki All New Ertiga 2018.

$F_t$  merupakan gaya dorong yang dibutuhkan kendaraan oleh mesin pada roda penggerak, dimana gaya dorong terjadi pada roda penggerak depan ( $F_f$ ). Gaya dorong kendaraan harus mampu melawan gaya-gaya hambat yang terjadi yaitu gaya hambat angin (*drag force*), gaya hambat *rolling* (*rolling resistance*), serta gaya hambat tanjakan.

#### 1) Gaya Hambat Angin

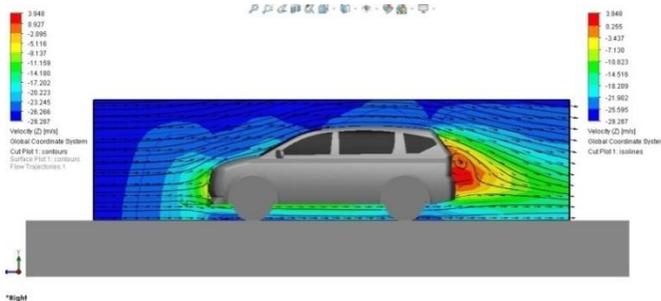
*Drag force* adalah gaya hambat angin yang terjadi pada kendaraan dalam arah horizontal (paralel terhadap aliran) dan berlawanan arah dengan gerak maju kendaraan yang dapat juga disebut dengan gaya hambat aerodinamis. Gaya hambat total terdiri dari beberapa jenis gaya hambat yaitu hambatan bentuk, hambatan pusaran, hambatan tonjolan, dan hambatan aliran dalam. Pada kenyataannya hanya hambatan bentuk dan hambatan pusar yang paling besar pengaruhnya terhadap gaya

hambat secara keseluruhan [2] Secara umum perumusan gaya hambat angin adalah :

$$F_d = R_a = \frac{1}{2} \times C_d \times \rho \times V_a^2 \times A_f \quad (1)$$

dimana :

- $R_a$  = hambatan aerodinamis (N)
- $C_d$  = koefisien gaya hambat aerodinamis
- $A_f$  = luas frontal kendaraan ( $m^2$ )
- $\rho$  = massa jenis udara ( $kg/m^3$ )
- $V_a$  = kecepatan relatif angin terhadap kendaraan (m/s)



Gambar 6. Hasil simulasi koefisien hambatan aerodinamis menggunakan simulasi Solidwork.

Mobil Suzuki All New Ertiga 2018 Type GX transmisi manual maupun transmisi otomatis memiliki *coefficient drag* sebesar 0,36 yang didapatkan dengan simulasi Solidwork dengan luas frontal sebesar 2,93  $m^2$  (Gambar 6).

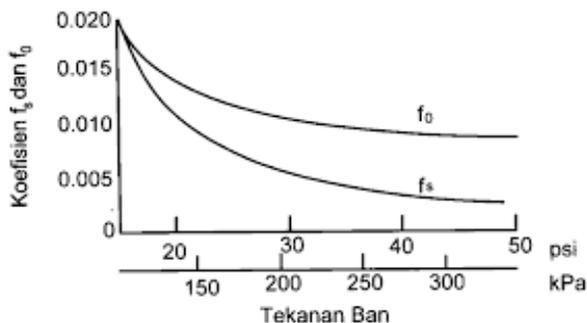
### 2) Gaya Hambat Rolling

*Rolling resistance* atau yang umumnya dikenal dengan gaya hambat *rolling* adalah gaya hambat yang terjadi akibat adanya gesekan antara ban kendaraan dengan jalan karena ban berdefleksi dan terbentuk tapak ban. Ada banyak faktor yang mempengaruhi besarnya tahanan *rolling* pada ban antara lain adalah konstruksi ban, ketebalan dan sifat karet ban, dan gaya longitudinal pada ban. Gaya tahanan atau hambatan *rolling* umumnya ditunjukkan dalam bentuk koefisien hambatan *rolling* ( $f_r$ ) [2]. Besarnya koefisien hambatan *rolling* adalah:

$$f_r = f_0 + f_s \left( \frac{V}{100} \right)^{2,5} \quad (2)$$

dimana :

- $f_0$  dan  $f_s$  = koefisien yang tergantung pada tekanan ban (didapat dari Gambar 7)
- $V$  = kecepatan kendaraan (km/jam)



Gambar 7. Grafik pengaruh tekanan ban pada  $f_0$  dan  $f_s$  [2].

Setelah mendapatkan besar koefisien hambatan *rolling*, maka gaya hambat *rolling* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$R_r = f_r (W_f + W_r) \quad (3)$$

dimana :

- $R_r$  = gaya hambat *rolling* pada roda kendaraan (N)
- $f_r$  = koefisien hambatan *rolling*
- $W_f, W_r$  = berat roda depan dan belakang (N)

### 3) Gaya Hambat Tanjakan

Gaya hambat tanjakan merupakan gaya yang terjadi akibat adanya sudut tanjakan yang dilewati oleh kendaraan sehingga menyebabkan beban kendaraan akan bertambah akibat adanya gaya gravitasi. Besarnya gaya hambat akibat adanya sudut tanjakan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$R_g = W \sin \theta \quad (4)$$

dimana :

- $R_g$  = gaya hambat tanjakan (N)
- $W$  = berat kendaraan (N)
- $\theta$  = sudut tanjakan

Ketika kendaraan dalam posisi menanjak, maka digunakan satuan *gradeability* sebagai acuan. *Gradeability* adalah kemampuan suatu kendaraan untuk mendaki suatu tanjakan. Jika kendaraan didesain dengan gradien 30% misalnya, maka kemampuan kendaraan tersebut harus mampu menanjak dengan gradien sebesar 30%. Jika kendaraan tersebut belum mampu menempuh tanjakan tersebut, maka kendaraan tersebut dikatakan tidak memenuhi kriteria *gradeability* yang disyaratkan [3]. Gradien tanjakan ( $G$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$G = \tan \theta = \frac{\text{vertical projection}}{\text{horizontal projection}} \quad (5)$$

Sehingga rumus gaya hambat total kendaraan sebagai berikut :

$$F_f = R_r + R_a + R_g \quad (6)$$

$$F_f = f_r \cdot W \cos \theta_{max} + \frac{1}{2} \rho C_d A_f V^2 + W \sin \theta_{max}$$

### C. Perhitungan Gaya Dorong Kendaraan

Gaya dorong yang terjadi pada roda penggerak umumnya disebut sebagai gaya traksi kendaraan untuk melawan hambatan yang terjadi yaitu gaya hambat angin, gaya hambat tanjakan, gaya hambat *rolling*, gaya hambat inersia dan gaya hambat dari beban yang mungkin ditarik oleh kendaraan. Secara umum roda penggerak yang dipilih agar dapat menghasilkan gaya traksi maksimum adalah roda penggerak yang menerima gaya normal yang lebih besar. Gaya dorong ini dihasilkan dari daya yang dihasilkan oleh mesin kendaraan yang kemudian disalurkan melalui sistem transmisi sehingga dapat menggerakkan roda [3].

Gaya dorong pada kendaraan transmisi manual dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$F_t = \frac{i_t \times i_g \times M_e}{r} \times \eta_t \quad (7)$$

Maka untuk jenis transmisi pada kendaraan *Automatic Transmission* (AT) terdapat rasio torsi *converter*, sehingga perhitungan gaya dorongnya berbeda dengan transmisi manual, yaitu sebagai berikut :

$$F_t = \frac{c_{tr} \times i_t \times i_g \times M_e}{r} \times \eta_t \times \eta_{ctr} \quad (8)$$

dimana :

$c_{tr}$  = rasio torsi konverter

$\eta_{ctr}$  = efisiensi torsi converter

**D. Perhitungan Kecepatan Maksimum Kendaraan**

Kecepatan kendaraan berhubungan erat dengan putaran mesin. Putaran dari mesin menentukan kecepatan dari kendaraan. Adapun hubungan kecepatan kendaraan dan putaran mesin dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut :

$$V_{manual} = \frac{2 \times \pi \times n_e \times r}{60 \times i_t \times i_g} (1 - s) \times 3,6 \quad (9)$$

$$V_{otomatis} = \frac{2 \times \pi \times n_e \times r}{60 \times i_t \times i_g \times c_{sr}} (1 - s) \times 3,6 \quad (10)$$

**E. Perhitungan Sudut Tanjak Maksimum Kendaraan**

Tanjakan maksimum adalah sudut tanjak yang mampu dilalui oleh kendaraan untuk kecepatan tertentu tanpa ada percepatan atau perlambatan. Sehingga dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\theta_{max} = \arcsin \left( \frac{F_t - R_r - R_a}{W} \right) \quad (11)$$

**F. Karakteristik Kinerja Torsi Converter**

Karakteristik kinerja dari torsi converter secara umum apat dirumuskan dalam empat parameter utama yaitu perbandingan putaran, perbandingan torsi, efisiensi torsi converter, dan faktor kapasitas (kemampuan torsi converter). Faktor kapasitas adalah faktor yang menunjukkan kemampuan torsi converter untuk menyerap dan mentransmisikan torsi. Keempat parameter tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

1) Perbandingan putaran ( $C_{sr}$ )

$$C_{sr} = \frac{\text{putaran yang dihasilkan}}{\text{putaran masuk}} \quad (12)$$

$$C_{sr} = \frac{\text{putaran pompa (impeller)}}{\text{putaran masuk}}$$

2) Perbandingan torsi ( $C_{tr}$ )

$$C_{tr} = \frac{\text{torsi yang dihasilkan}}{\text{torsi yang masuk}} \quad (13)$$

3) Efisiensi torsi converter ( $\eta_c$ )

$$\eta_c = C_{sr} \times C_{tr} \quad (14)$$

4) Faktor kapasitas ( $K_{tc}$ )

$$K_{tc} = \frac{\text{putaran yang dihasilkan}}{\sqrt{\text{torsi yang dihasilkan}}} \quad (15)$$

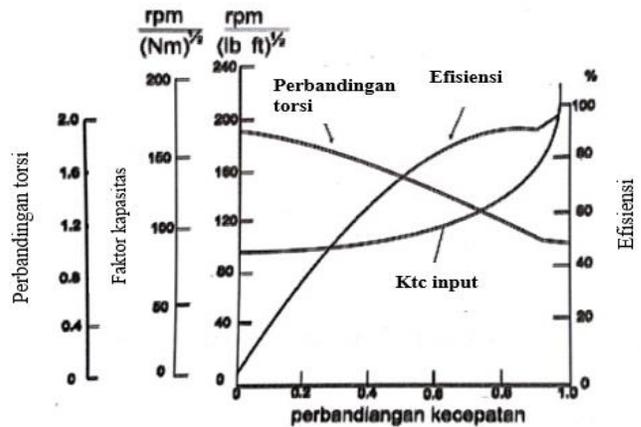
Karakteristik kinerja dari suatu torsi converter dapat dilihat pada Gambar 8. Dalam gambar tersebut diplotkan perbandingan torsi, efisiensi, faktor kapasitas sebagai fungsi dari perbandingan putaran. Terlihat perbandingan torsi maksimum terjadi pada saat putaran minimum dan mengecil dengan naiknya putaran adalah 1,0. Pada kondisi seperti ini

masih terjadi perbedaan antara putaran *input* dan *output* pada torsi *converter* karena terjadinya sedikit slip.

Untuk karakteristik dari kondisi operasi mesin agar dapat dikombinasikan secara tepat dengan *converter* maka ditetapkan faktor kapasitas dari mesin ( $K_e$ ) dengan rumusan sebagai berikut :

$$K_e = \frac{n_e}{\sqrt{M_e}} \quad (16)$$

Dimana  $n_e$  dan  $M_e$  adalah putaran dan torsi dari mesin. Dalam memilih torsi *converter*, pertama harus ditetapkan kecepatan dan torsi dari mesin. Dengan mengetahui kecepatan dan torsi dari mesin maka dapat diketahui faktor kapasitas dari mesin ( $K_e$ ). Untuk nilai  $K_{tc}$  tertentu, dengan kurva dari kinerja torsi *converter* Gambar 8, didapat perbandingan kecepatan dan perbandingan torsi dari *converter* [2].



Gambar 8. Grafik Karakteristik Kinerja Torsi Converter [1].

**III. HASIL DAN ANALISIS**

Berdasarkan data teknis dan spesifikasi kendaraan Suzuki All New Ertiga 2018, batasan masalah yang digunakan pada tugas akhir ini adalah :

1. Kendaraan yang dianalisis adalah mobil Suzuki All New Ertiga 2018 Type GX transmisi manual dan transmisi otomatis.
2. Kendaraan berpengerak roda depan (*front wheel drive*).
3. Analisa yang dilakukan dengan kondisi mobil berpenumpang 1 orang dengan berat 60 kg.
4. Tekanan ban 30 psi.
5. Kecepatan relatif angin terhadap kendaraan sama dengan kecepatan kendaraan.
6. Kondisi ban tanpa slip.
7. Jalan yang dilalui aspal dan rata (tidak bergelombang).
8. Variasi sudut  $\theta$  adalah 0, 10, 20, 30, 40, 50%.
9. Parameter yang dibandingkan adalah gaya dorong maksimum, kecepatan maksimum, dan sudut tanjak maksimum kendaraan.

**A. Karakteristik Traksi**

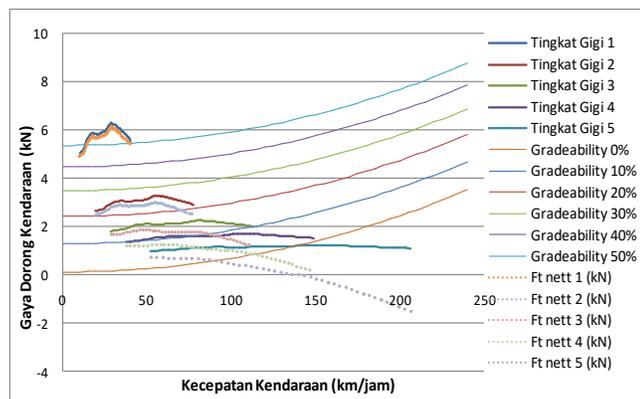
Kinerja traksi merupakan kemampuan kendaraan untuk melaju, dipercepat, dan mengatasi hambatan yang terjadi pada kendaraan yaitu gaya hambat angin, gaya hambat tanjakan, serta gaya hambat *rolling* [2]. Kemampuan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh kemampuan mesin kendaraan, pemilihan

tingkat dan rasio transmisi, dan jenis transmisi yang digunakan sehingga dibutuhkan gaya dorong yang cukup untuk mengatasi gaya hambat yang terjadi pada kendaraan.

1) Karakteristik Traksi Transmisi Manual

Pada Gambar 9 merupakan grafik karakteristik traksi Suzuki All New Ertiga 2018 transmisi manual secara teoritis pada masing-masing kecepatan kendaraan mulai tingkat gigi pertama sampai keempat pada *range* putaran mesin 1500 sampai 5900 rpm. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa mobil memiliki gaya dorong maksimum sebesar 6,288 kN dan mampu menanjak dengan sudut tanjak maksimum sebesar 31,509° pada tingkat gigi pertama dengan kecepatan 28,901 km/jam serta kecepatan maksimum pada tingkat gigi keempat sebesar 152,427 km/jam. Selain itu percepatan optimal terjadi pada tingkat gigi pertama sebesar 3,474 m/s<sup>2</sup> dengan kecepatan 28,901 km/jam.

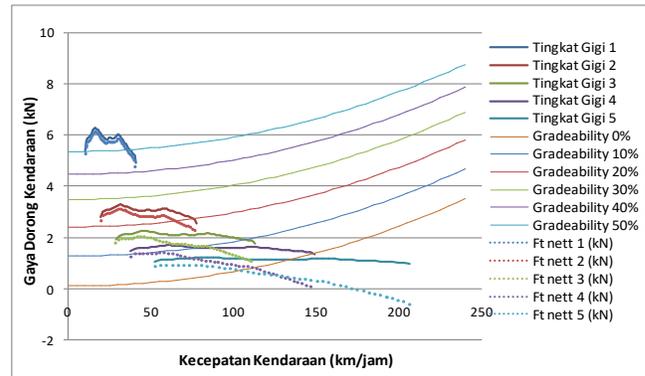
Pada grafik tersebut, antara tingkatan gigi pertama menuju tingkat gigi kedua terdapat jarak yang cukup besar (*losses* traksi) ketika melakukan perpindahan gigi. Pada kecepatan sama 30,28 km/jam, dari tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua terdapat *losses* traksi sebesar 3,232 kN. Pada kecepatan yang sama 59,25 km/jam, dari tingkat gigi kedua menuju tingkat gigi ketiga terdapat *losses* traksi sebesar 1,150 kN. Hal ini juga terjadi saat perpindahan tingkat gigi selanjutnya.



Gambar 9. Grafik karakteristik traksi transmisi manual secara teoritis pada masing-masing kecepatan kendaraan.

Pada Gambar 10 merupakan grafik karakteristik traksi transmisi otomatis berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat bahwa mobil memiliki gaya dorong maksimum sebesar 6,269 kN dan mampu menanjak dengan sudut tanjak maksimum sebesar 31,575° pada tingkat gigi pertama dengan kecepatan 16,515 km/jam serta kecepatan maksimum pada tingkat gigi keempat sebesar 152,427 km/jam. Selain itu percepatan optimal terjadi pada tingkat gigi pertama sebesar 2,875 m/s<sup>2</sup> dengan kecepatan 16,515 km/jam.

Pada grafik tersebut, antara tingkatan gigi pertama menuju tingkat gigi kedua terdapat jarak yang cukup besar (*losses* traksi) ketika melakukan perpindahan gigi. Pada kecepatan sama 40,71 km/jam, dari tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua terdapat *losses* traksi sebesar 1,810 kN. Pada kecepatan yang sama 78,03 km/jam, dari tingkat gigi kedua menuju tingkat gigi ketiga terdapat *losses* traksi sebesar 0,443 kN. Hal ini juga terjadi saat perpindahan tingkat gigi selanjutnya.

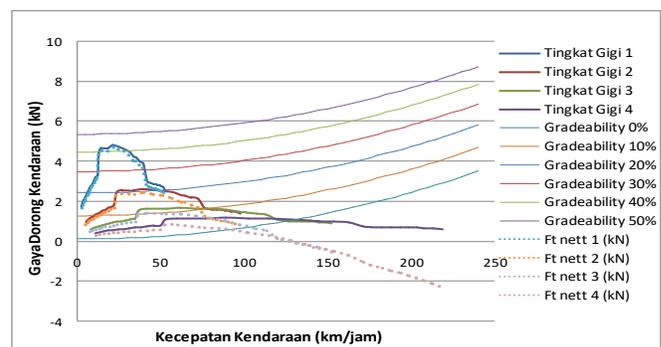


Gambar 10. Grafik karakteristik traksi transmisi manual berdasarkan hasil pengujian pada masing-masing kecepatan kendaraan.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa secara teoritis, mobil memiliki gaya dorong maksimum sebesar 6,288 kN dan memiliki percepatan optimal sebesar 3,474 m/s<sup>2</sup> serta mampu menanjak dengan sudut tanjak maksimum sebesar 31,509° pada tingkat gigi pertama dengan kecepatan 28,901 km/jam. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian, mobil memiliki gaya dorong maksimum sebesar 6,269 kN dan memiliki percepatan optimal sebesar 2,875 m/s<sup>2</sup> serta mampu menanjak dengan sudut tanjak maksimum sebesar 31,575° pada tingkat gigi pertama dengan kecepatan 16,515 km/jam. Selain itu, kecepatan maksimum yang mampu dicapai yaitu pada tingkat gigi keempat sebesar 152,427 km/jam. Oleh karena itu, performa mobil Suzuki All New Ertiga 2018 transmisi manual memiliki performa yang hampir sama baik secara teoritis maupun berdasarkan hasil pengujian.

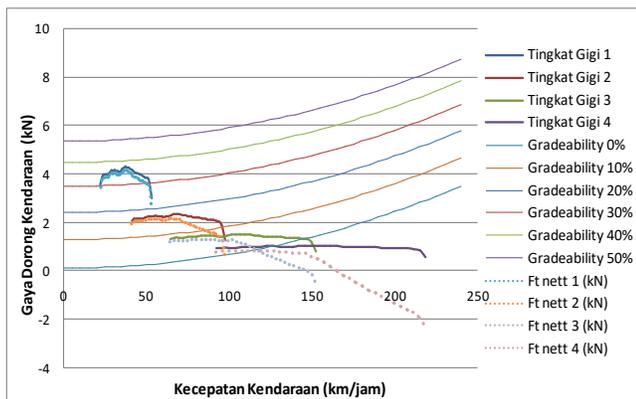
2) Karakteristik Traksi Transmisi Otomatis

Pada Gambar 11 merupakan grafik karakteristik traksi Suzuki All New Ertiga 2018 transmisi otomatis secara teoritis pada masing-masing kecepatan kendaraan mulai tingkat gigi pertama sampai keempat pada *range* putaran mesin 2400 sampai 5700 rpm. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa mobil memiliki gaya dorong maksimum sebesar 4,809 kN dan mampu menanjak dengan sudut tanjak maksimum sebesar 23,459° pada tingkat gigi pertama dengan kecepatan 21,597 km/jam serta kecepatan maksimum pada tingkat gigi keempat sebesar 127,962 km/jam. Selain itu percepatan optimal sebesar 3,251 m/s<sup>2</sup> pada tingkat gigi pertama dengan kecepatan 21,597 km/jam. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa saat perpindahan tingkat gigi tidak terjadi *losses* traksi karena adanya pengaruh dari karakteristik kinerja torsi *converter*.



Gambar 11. Grafik karakteristik traksi transmisi otomatis secara teoritis pada masing-masing kecepatan kendaraan.

Pada Gambar 12 merupakan grafik karakteristik traksi transmisi otomatis berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat bahwa mobil memiliki gaya dorong maksimum sebesar 4,169 kN dan mampu menanjak dengan sudut tanjak maksimum sebesar  $20,832^\circ$  pada tingkat gigi pertama dengan kecepatan 37,236 km/jam serta kecepatan maksimum pada tingkat gigi keempat sebesar 161,273 km/jam. Selain itu percepatan optimal sebesar  $2,904 \text{ m/s}^2$  pada tingkat gigi pertama dengan kecepatan 37,236 km/jam. Pada grafik diatas, antara tingkatan gigi pertama menuju tingkat gigi kedua terdapat jarak yang cukup besar (*losses* traksi) ketika melakukan perpindahan gigi. Pada kecepatan sama 52,98 km/jam, dari tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua terdapat *losses* traksi sebesar 0,744 kN sedangkan pada perpindahan tingkat gigi selanjutnya tidak terdapat *losses* traksi.



Gambar 12. Grafik karakteristik traksi transmisi manual berdasarkan hasil pengujian pada masing-masing kecepatan kendaraan.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa secara teoritis, mobil memiliki gaya dorong maksimum sebesar 4,809 kN dan mampu menanjak dengan sudut tanjak Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa secara teoritis, mobil memiliki gaya dorong maksimum sebesar 4,809 kN dan mampu menanjak dengan sudut tanjak maksimum sebesar  $23,459^\circ$  pada tingkat gigi pertama dengan kecepatan 21,597 km/jam serta kecepatan maksimum pada tingkat gigi keempat sebesar 127,962 km/jam. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian, mobil memiliki gaya dorong maksimum sebesar 4,169 kN dan mampu menanjak dengan sudut tanjak maksimum sebesar

$20,832^\circ$  pada tingkat gigi pertama dengan kecepatan 37,236 km/jam serta kecepatan maksimum pada tingkat gigi keempat sebesar 161,273 km/jam. Sehingga dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa secara teoritis tidak terdapat *losses* traksi seperti pada hasil pengujian karena adanya karakteristik kinerja torsi *converter*.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh gaya dorong maksimum untuk transmisi manual sebesar 6,288 kN dengan sudut tanjak maksimum  $31,509^\circ$  dan kecepatan maksimum pada tingkat gigi keempat sebesar 152,427 km/jam sedangkan untuk transmisi otomatis sebesar 4,809 kN dengan sudut tanjak maksimum  $23,459^\circ$  dan kecepatan maksimum pada tingkat gigi keempat sebesar 127,962 km/jam. Maka dapat disimpulkan bahwa transmisi manual memiliki performa yang lebih baik dengan efisiensi yang lebih tinggi yaitu 82,97% dibandingkan dengan transmisi otomatis yang hanya 77,17%. Hal ini disebabkan karena pada sistem transmisi otomatis terdapat torsi *converter* yang menyebabkan banyak terjadi *losses* saat penyaluran daya dan torsi dari *engine* ke roda penggerak.

##### B. Saran

1. Perlu dilakukn analisis tentang efisiensi atau kontribusi setiap komponen pada sistem penyalur daya masing-masing sistem transmisi.
2. Perlu dilakukan analisis pada torsi *converter* untuk tranmisi otomatis agar dapat diketahui karakteristik kerja torsi *converter* sesuai dengan spesifikasinya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Manual cars face extinction as congestion triggers a clutch backlash," 2015. [Online]. Available: <https://www.afr.com/lifestyle/cars-bikes-and-boats/cars/manual-cars-face-extinction-as-congestion-triggers-a-clutch-backlash-20150614-ghni7m>. [Accessed: 14-May-2019].
- [2] B. S.I. Nyoman., Sampurno, *Teknologi Otomotif Edisi Kedua*. Guna Widya, 2010.
- [3] N. Wardana, "Analisa Karakteristik Traksi Serta Redesign Rasio Transmisi Mobil Toyota Fortuner 4.0 V6 Sr (AT 4x4).," Surabaya, 2016.