

Analisis Karakteristik Traksi Serta Redesign Rasio Transmisi Mobil Toyota Fortuner 4.0 V6 Sr (At 4x4)

Nico Yudha Wardana dan I Nyoman Sutantra

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

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

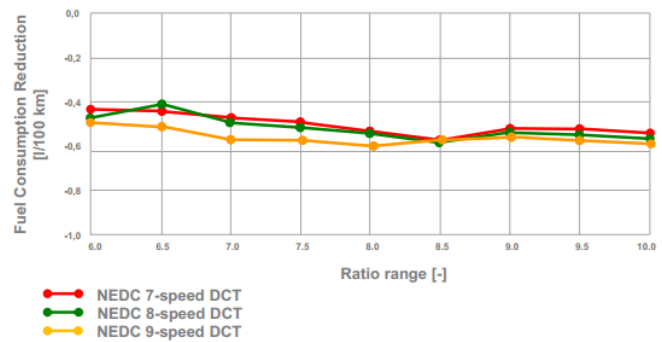
Abstrak— Produksi mobil Indonesia tahun 2014 mengalami peningkatan sebanyak 1,29 juta unit, meningkat 7,5 persen dari tahun sebelumnya dan terus mengalami peningkatan pada tahun 2015 sebesar 2 juta unit (Kemenprin, 1/16). Tingginya penjualan mobil tersebut tidak diiringi dengan upaya produsen untuk menceerdaskan konsumen mengenai performa mobil. Hal tersebut yang mendasari penulis untuk melakukan analisa karakteristik traksi pada mobil Toyota fortuner 4.0 V6 SR (4X4 AT). Dalam penelitian ini, telah dilakukan tiga tahapan pengujian. Tahapan pertama adalah melakukan pengujian dynotest pada mobil untuk mengetahui efisiensi transmisi. Tahap kedua, dilakukan analisa perhitungan sehingga di dapatkan grafik karakteristik mobil pada kondisi standar. Selanjutnya tahap ketiga dilakukan evaluasi terhadap grafik karakteristik traksi mobil standar, dilanjutkan dengan proses redesign tingkat transmisi untuk mengoptimalkan kinerja mobil menggunakan metode *progressi geometri*. Dari penelitian ini diperoleh grafik karakteristik traksi mobil untuk kondisi rasio gigi standar serta hasil redesign dengan 5,6 dan 7 tingkat kecepatan. Setelah dilakukan analisa, ternyata distribusi traksi pada mobil kondisistandar tidak merata, terdapat loses yang cukup besar terutama pada 3 tingkatan gigi awal. Hasil redesign dengan menggunakan teori *progressi geometry* menunjukkan distribusi traksi yang lebih baik dari kondisi standar. Loses traksi untuk perpindahan gigi pertama menuju tingkat gigi kedua yang awalnya pada kondisi standar sebesar 4.564 kN dapat diminimalisir sampai dengan 1 kN setelah dilakukan redesign dengan 7 tingkat kecepatan.

Kata Kunci - dynotest, karakteristik traksi, fortuner, automatic transmission, redesign, rasio transmisi, *progressi geometry*

I. PENDAHULUAN

Melihat tingginya tingkat produksi dan penjualan mobil di Indonesia, seharusnya pihak produsen pabrikan mobil mengimbangi dengan upaya memberikan informasi detail mengenai mobil kepada konsumen seperti yang telah dilakukan di beberapa negara maju dalam upaya menceerdaskan konsumen. Realitas yang terjadi di pasaran Indonesia sebaliknya, bahkan untuk tingkat SUV yang notabnya merupakan mobil premium pun masih sangatlah terbatas. Informasi yang terdapat pada brosur masih sangat minim. Selama ini cara konsumen mengetahui kinerja kendaraan kebanyakan hanya berdasarkan tanya jawab dan tukar pengalaman (*sharing*) dengan sesama pengguna lainnya.

Selanjutnya, penelitian baru-baru ini yang dilakukan oleh Bern Eckl dan Didier Lexa dalam International CTI Symposium menyebutkan bahwa efek penambahan rasio gear berpengaruh cukup signifikan terhadap *fuel consumption* kendaraan, hal ini dapat dilihat pada grafik 1.1 berikut,

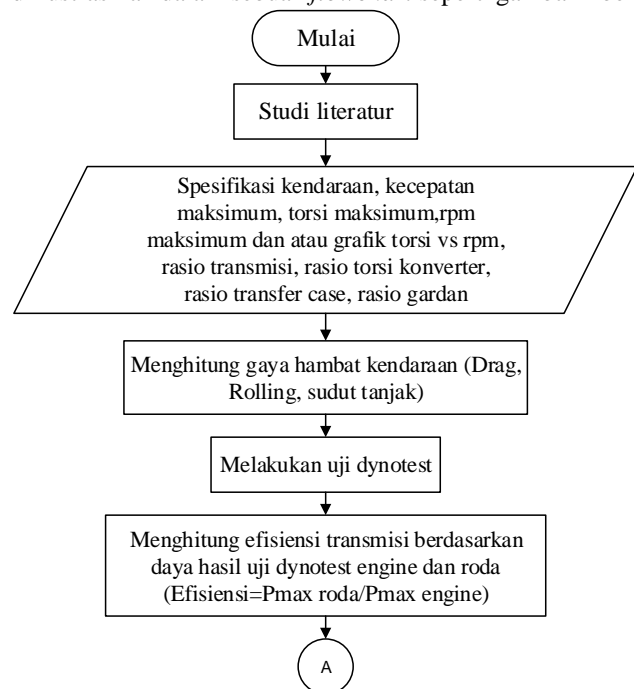


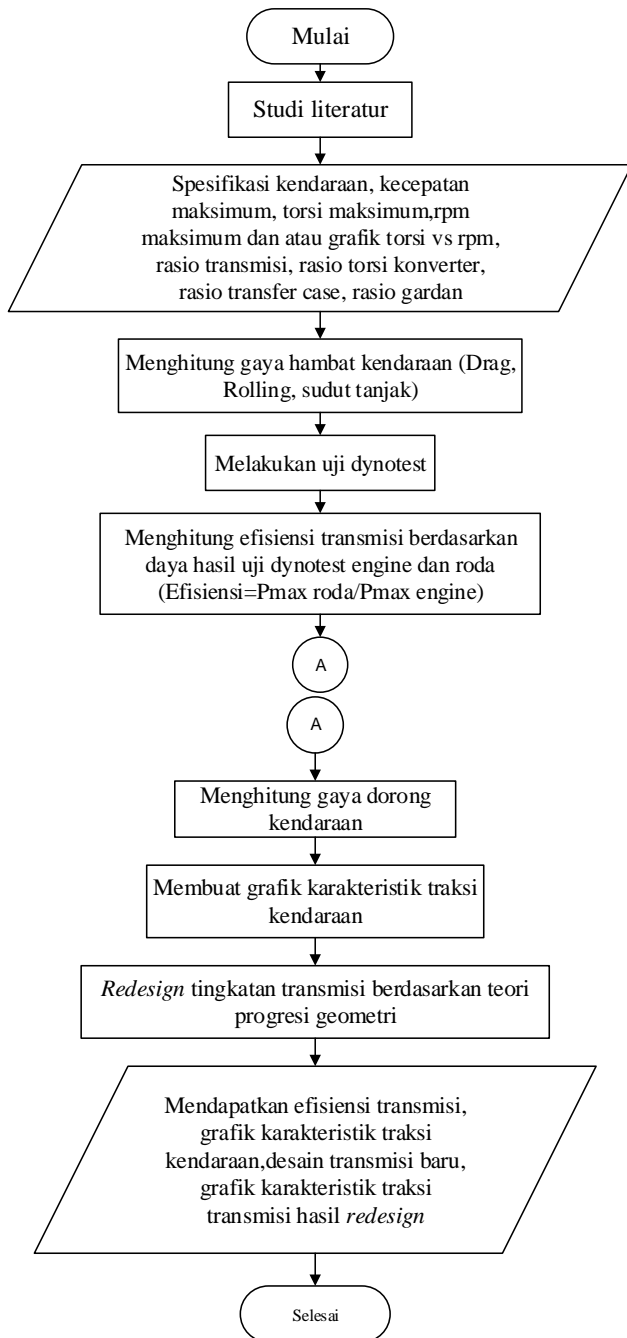
Gambar 1. Pengaruh rasio gigi terhadap *fuel consumption*[1]

Berdasarkan Penelitian yang dilakukan, rekomendasi penggunaan gear yang efektif untuk Automatic Transmission adalah 7 buah tingkatan. Beberapa hal tersebut diatas yang mendasari penulis untuk melakukan Analisa Karakteristik Traksi serta Redesign Rasio Transmisi pada mobil Toyota fortuner 4.0 V6 SR (4X4 AT).

II. METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang dilakukan dapat diilustrasikan dalam sebuah *flowchart* seperti gambar 2 berikut,





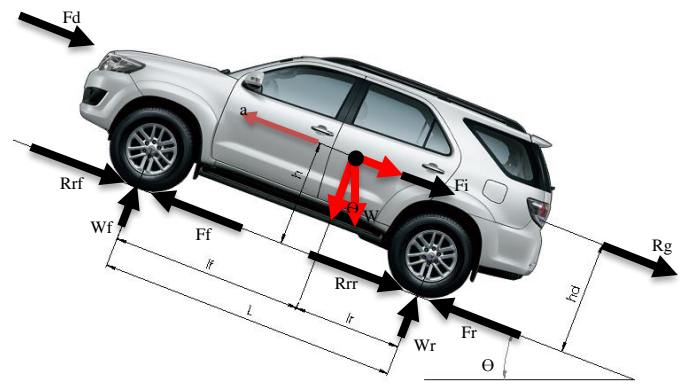
Gambar 2. Flowchart penelitian

A. Studi literatur

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur. Pada bagian ini dilakukan pengumpulan literatur berupa buku, jurnal, serta katalog yang dapat mendukung penelitian tugas akhir ini. Referensi tersebut erat kaitannya dengan penelitian mengenai analisa karakteristik traksi, informasi mengenai spesifikasi kendaraan, serta penelitian mengenai proses *redesign* rasio transmisi menggunakan metode progresi geometri.

B. Menghitung gaya hambat kendaraan

Gaya-gaya yang bekerja pada sebuah kendaraan yang sedang melaju pada sebuah permukaan dengan sudut tanjak tertentu dapat dijabarkan dalam gambar 3 berikut,



Gambar 3. Dinamika kendaraan mobil fortuner

Ft adalah gaya dorong kendaraan oleh mesin pada roda penggerak. Pada gambar 3, Ft (gaya dorong) dibagi menjadi dua yaitu Ff (gaya dorong pada roda depan) dan Fr (gaya dorong pada roda belakang). Gaya dorong pada kendaraan yang sedang berjalan, di hambat oleh tiga macam gaya hambat yaitu, *drag force*, *rolling resistance* serta gaya hambat kendaraan akibat sudut tanjak.

B.1 Gaya hambat angin

Gaya hambat karena udara pada mobil disebut dengan drag force. Pada dasarnya, terdapat beberapa jenis gaya hambat angin pada kendaraan yaitu hambatan bentuk, hambatan pusaran, hambatan tonjolan, serta hambatan aliran dalam [3]. Namun gaya hambat yang paling besar adalah akibat gaya hambat bentuk dan pusaran. Dengan demikian, besarnya gaya hambat angin dapat dihitung dengan persamaan berikut,

$$Ra = 1/2 \times \rho \times Cd \times Af \times V_a^2 \tag{1}$$

dimana,

- Ra = hambatan aerodinamika (N)
- ρ = massa jenis udara (kg/m^3)
- Cd = koefisien drag
- Af = Luas frontal kendaraan (m^2)
- Va = kecepatan relatif angin terhadap kendaraan (m/s)

Besarnya Cd Toyota Fortuner 0.38[6], sedangkan luasan frontal area dihitung menggunakan software CAD sebesar 2,48 m^2 .

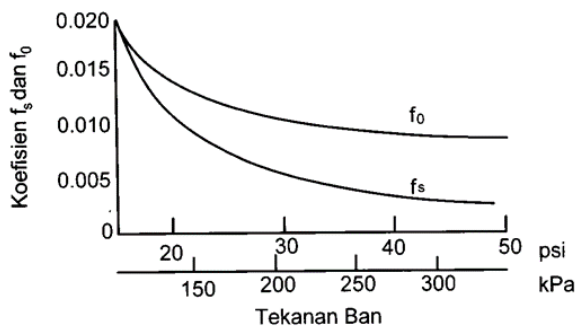
B.2 Gaya hambat rolling

Gaya yang kedua adalah rolling resistant. Yaitu gaya hambat akibat gesekan ban dengan jalan. Untuk mencari besarnya gaya hambat ini, pertama kita harus menentukan besarnya koefisien hambatan rolling (fr) terlebih dahulu. Besarnya fr dapat dicari menggunakan persamaan berikut[4],

$$fr = fo + fs \left(\frac{V_k}{100} \right)^{2.5} \tag{2}$$

dimana,

- fr = koefisien hambat rolling
- fo dan fs = koefisien yang nilainya tergantung pada tekanan ban, didapat dari grafik gambar 4
- Vk = Kecepatan kendaraan (km/h)



Gambar 4. Grafik pengaruh tekanan ban pada fo dan fs [3]

B.3 Gaya Hambat Tanjakan

Gaya hambat yang ketiga adalah gaya hambat tanjakan, yaitu gaya hambat yang diakibatkan adanya sudut tanjak yang dilewati oleh kendaraan sehingga beban kendaraan akan bertambah akibat gaya gravitasi yang muncul. Besarnya gaya hambat akibat sudut tanjak dapat dihitung dengan rumus berikut,

$$R_g = W \sin \theta = \text{hambatan tanjakan (N)} \quad (3)$$

dimana,

- W = berat mobil
- θ = sudut tanjak

Ketika kendaraan dalam posisi menanjak, digunakan satuan *gradeability* sebagai acuan. Jika kendaraan didesain dengan *gradeability* 30% misalnya, maka kemampuan kendaraan tersebut harus mampu menanjak dengan *gradeability* sebesar 30%. Jika kendaraan tersebut belum mampu menempuh tanjakan tersebut, maka kendaraan tersebut dikatakan tidak memenuhi kriteria *gradeability* yang disyaratkan.[2]

Perhitungan gradient tanjakan (G) dapat dilakukan dengan rumus berikut,

$$G = \tan \theta \times 100\% = \frac{(\text{vertical projection})}{(\text{horizontal projection})} \times 100\% \quad (4)$$

Degan demikian, setelah meninjau tiga buah gaya hambat yang bekerja pada kendaraan sesuai penjelasan sebelumnya, maka gaya hambat total pada kendaraan dapat dirumuskan sesuai persamaan 5 dibawah ini,

$$F_r = F_d + R_r + R_g \quad (5)$$

C. Menghitung Gaya Dorong Kendaraan

Gaya Dorong adalah gaya yang bekerja berlawanan dengan arah gerak gaya hambat kendaraan. Gaya dorong ini dihasilkan dari daya yang dihasilkan oleh mesin kendaraan (engine) yang kemudian disalurkan melalui sistem transmisi sehingga akhirnya dapat menggerakkan roda. Untuk menghitung besarnya gaya dorong yang mampu dihasilkan kendaraan, dapat digunakan persamaan 5.

$$F_t = \frac{C_{tr} \times i_t \times i_g \times i_{tc} \times M_e}{r \times \eta_t \times \eta_{ctr} \times \eta_{tc}} \quad (5)$$

dimana,

- C_{tr} = rasio torsi konverter
- i_{tc} = rasio transfer case
- η_{ctr} = efisiensi torsi konverter
- η_{tc} = efisiensi transfer case

D. Desain Tingkatan Gigi (Progressi Geometris)

Salah satu cara untuk mencari perbandingan gigi antara

tingkat transmisi terendah dan tertinggi adalah dengan cara progresi geometris. Cara ini umumnya dipakai sebagai langkah iterasi awal. Batas kecepatan operasi dari mesin terendah (ne1) dan tertinggi (ne2) harus ditetapkan terlebih dahulu. Penetapan ini berdasarkan karakteristik torsi dari mesin. Konsep dari progresi geometris ditunjukkan pada gambar 8, dimana menggambarkan transmisi dengan 4 tingkat kecepatan.

Berdasarkan gambar 8, dengan perbandingan geometris, maka untuk transmisi 4 tingkat didapat hubungan perbandingan gigi sebagai berikut :

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{i_3}{i_2} = \frac{i_4}{i_3} = \frac{ne_2}{ne_1} = K_g \quad (6)$$

dimana,

i₁, i₂, i₃, i₄ = perbandingan gigi pada tingkat transmisi I, II, III, IV

K_g = konstanta perbandingan

Langkah pertama untuk mendesain tingkat transmisi, harus ditentukan terlebih dahulu rasio transmisi pertama dan rasio transmisi terakhir kendaraan.

Untuk menentukan rasio transmisi pertama (I), dapat dihitung dengan rumus:

$$i_1 = \frac{F_1 \cdot r}{M_e \cdot i_d \cdot \eta_t} \quad (7)$$

Kemudian, rasio transmisi pada tingkat terakhir (n) dirumuskan sebagai berikut :

$$i_n = \frac{F_n \cdot r}{M_e \cdot i_d \cdot \eta_t} \quad (8)$$

Dengan demikian, nilai faktor K_g dapat ditentukan dengan rumus 9. Selanjutnya, nilai K_g tersebut digunakan untuk menentukan nilai i₂, i₃ dst.

$$K_g = \left(\frac{i_n}{i_1}\right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (9)$$

E. Karakteristik Traksi

Untuk memudahkan kita mengetahui karakteristik transmisi kendaraan, maka dibuat grafik untuk gaya dorong –kecepatan. Pada grafik tersebut ditunjukkan hambatan rolling (R_r), aerodinamik (R_a), serta tanjak yang terjadi pada kendaraan, serta gaya dorong total, gaya dorong bersih, dan gaya dorong maksimum yang dapat terjadi pada bidang.

Gaya dorong bersih (F_n) yang dimaksudkan adalah gaya dorong total dikurangi hambatan rolling dan hambatan aerodinamika, dirumuskan sebagai berikut:

$$F_n = F - R_r - R_a \quad (10)$$

Dikarenakan mobil fortuner yang dijadikan objek penelitian adalah jenis *Automatic Transmission*, dimana digunakan torsi converter untuk menyalurkan daya output engine menuju transmisi, maka grafik traksi nya akan terlihat lebih landai dibandingkan *Manual Transmission* untuk masing-masing tingkat kecepatan.

III. HASIL DAN ANALISIS

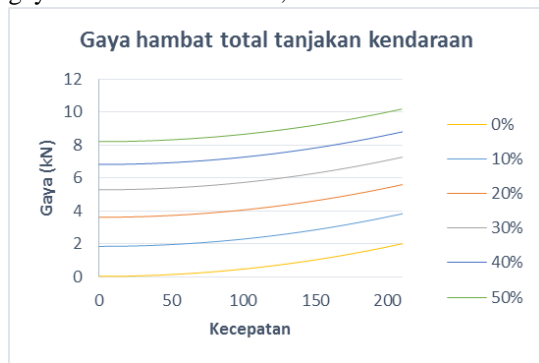
Berdasarkan data teknis dan spesifikasi kendaraan Fortuner 4.0 V6 SR, dibuat karakteristik traksi dan kinerja transmisinya dengan memperhatikan dalam beberapa batasan:

1. Analisa yang dilakukan dalam kondisi mobil terisi 1 orang sopir dengan berat 60 kg
2. Tekanan ban 30 psi
3. Kinerja engine tidak dipengaruhi lingkungan sekitar

4. Menggunakan bahan bakar premium
 5. Jalan yang dilalui rata (tidak bergelombang)
 6. Beban angin yang terjadi pada kendaraan yaitu gaya hambat (drag)
 7. Kecepatan maksimum mobil sesuai speedometer 200 km/jam
- Berikut ini hasil urutan perhitungan dan analisa data yang telah dilakukan,

Perhitungan Gaya Hambat Kendaraan

Dengan menggunakan rumus 4, maka di dapatkan grafik gaya hambat total berikut,



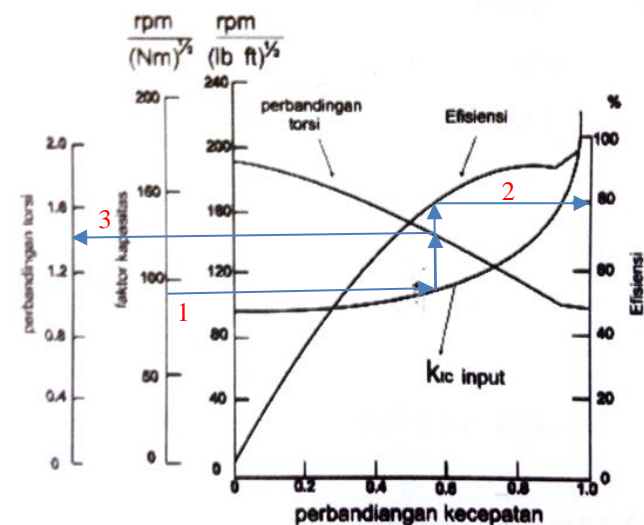
Gambar 5. Grafik Gaya hambat total tanjakan kendaraan

Perhitungan Gaya Dorong Kendaraan

Nilai gaya dorong diperoleh menggunakan rumus 5. Untuk mencari variabel ctr , csr dan η torsi converter, pertama diasumsikan nilai kapasitas mesin (Ke) sama dengan nilai kapasitas torsi converter (Ktc),

$$Ke = \frac{ne}{\sqrt{Me}} \left(\frac{rpm}{\sqrt{N.m}} \right) \quad (11)$$

Dimana ne dan Me adalah putaran dan torsi mesin. Berikutnya, setelah didapat faktor kapasitas pada masing-masing putaran mesin dilakukan plotting nilai Ktc pada gambar 10, sehingga didapatkan data rasio (ctr) dan efisiensi (η) torsi converter. Proses *plotting* dilakukan sesuai urutan anak panah pada gambar 10.



Gambar 6. Grafik Karakteristik kinerja torsi converter[3]

Sedangkan besarnya efisiensi transmisi (η_t) diperoleh dengan membandingkan nilai power maksimum pada roda

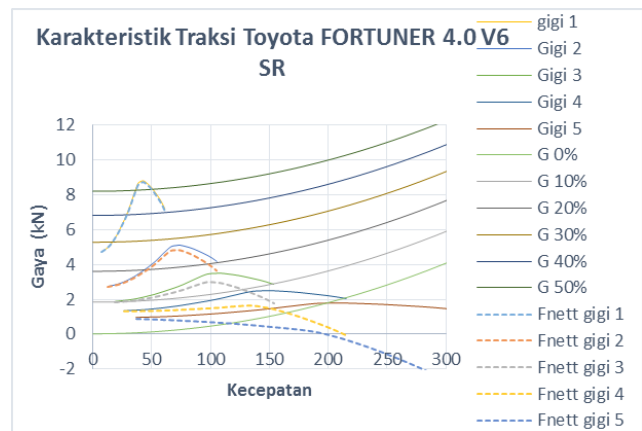
dengan power maksimum pada engine pada tiap-tiap tingkatan transmisi yang diperoleh dari hasil pengujian *dynotest*.

Hasil perhitungan efisiensi untuk tingkat gigi pertama sampai kelima ditabelkan sebagai berikut.,

Tabel 1.
Hasil perhitungan efisiensi transmisi

Tingkat gigi	Efisiensi (%)	Pada rpm
gigi 1	69.44	2800
gigi 2	67.80	3200
gigi 3	56.36	5200
gigi 4	56.36	-
gigi 5	56.36	-

Selanjutnya, hasil perhitungan gaya dorong standar digabungkan dengan hasil perhitungan gaya hambat menghasilkan grafik karakteristik traksi berikut,



Gambar 7. Grafik Karakteristik traksi Fortuner standar

Pada gambar 7, terlihat bahwa terdapat celah yang cukup besar pada perpindahan gigi pertama, kedua dan ketiga. Hal tersebut menunjukkan adanya loses traksi yang cukup besar saat melakukan perpindahan gigi dilihat dari besarnya *gap* pada grafik. Selain itu, kecepatan maksimum kendaraan dicapai pada tingkat gigi keempat, sementara tingkat gigi kelima hanya mampu mencapai 187 km/jam. Dua hal diatas yang dijadikan indikator perbaikan rasio gigi dalam penelitian ini.

Nilai percepatan kendaraan pada masing-masing hasil *redesign* dapat dicari berdasarkan gaya bersih yang dihasilkan dibagi dengan massa kendaraan, berikut ini hasilnya



Gambar 8. Grafik Percepatan kendaraan 5 tingkat kecepatan standar

Perhitungan Redesign rasio transmisi

Tingkat gigi pertama dirancang dengan mempertimbangkan percepatan yang ingin dicapai pada gigi awal tersebut. Gaya hambat yang dialami hanya gaya hambat rollings ditambah dengan percepatan yang ingin dicapai kendaraan,

$$P_{max} = R_r \cdot V + \frac{W}{g} \cdot a \cdot V$$

Berdasarkan perhitungan gaya hambat kendaraan, nilai R_r pada saat kecepatan 60 km/jam sebesar 21.25602 newton dengan $f_r=0.08$, W mobil 18650 N, dan P mobil 235 Hp. Besarnya gaya hambat total yang dialami mobil pada tingkat gigi pertama adalah,

$$F = W \left(f_r + \frac{a}{g} \right)$$

$$F = 1865.5 \left(0.08 + \frac{5.624827}{9.81} \right)$$

$$F = 11957.16 \text{ newton}$$

Besarnya gaya hambat tidak boleh melebihi nilai gaya gesek agar kendaraan tidak mengalami slip. Besarnya gaya gesek ban dengan bidang kontak adalah,

$$F_{maks} = \mu \times W_r$$

$$F_{maks} = 0.8 \times 1865.5$$

$$F_{maks} = 14640.44 \text{ newton}$$

Melihat keadaan traksi maksimal yang terjadi pada roda lebih kecil dari gaya maksimal yang mampu ditahan oleh bidang kontak. Maka secara perhitungan roda tidak akan slip, rasio gigi pertama dapat dihitung sebagai berikut (persamaan 7),

$$i_1 = \frac{11957.16 \times 0.28815}{375.8135 \times 3.583 \times 1.0062636 \times 0.9} = 3.604$$

Rasio tingkat gigi terakhir ditentukan berdasarkan kecepatan maksimum yang diharapkan mampu dicapai oleh kendaraan. Saat berada pada tingkat gigi terakhir, besarnya gaya total adalah,

$$F = R_r + R_a$$

$$F = 71.41931 + 1738.148$$

$$F = 1809.567 \text{ newton}$$

Selanjutnya dengan persamaan 8 didapatkan rasio gigi ke n ,

$$i_n = \frac{1809.567 \times 0.38815}{306.9327 \times 0.9 \times 1.062636 \times 3.583}$$

Setelah i_1 dan i_n didapat, maka rasio gigi hasil *redesign* untuk 5,6 dan 7 tingkat kecepatan dapat dihitung dengan persamaan 6 dengan hasil sebagai berikut,

- Pemasangan 5 tingkat kecepatan

$$Kg = \left(\frac{1.024}{3.60397} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$Kg = 0.730$$

Sehingga,

$$i_2 = 0.730 \times 3.604 = 2.631$$

$$i_3 = 0.730 \times 2.631 = 1.921$$

$$i_4 = 0.730 \times 1.921 = 1.402$$

- Pemasangan 6 tingkat kecepatan

$$Kg = \left(\frac{1.024}{3.60397} \right)^{\frac{1}{5}}$$

$$Kg = 0.777$$

Sehingga,

$$i_2 = 0.777 \times 3.604 = 2.802$$

$$i_3 = 0.777 \times 2.802 = 2.179$$

$$i_4 = 0.777 \times 2.179 = 1.694$$

$$i_5 = 0.777 \times 1.694 = 1.317$$

- Pemasangan 7 tingkat kecepatan

$$Kg = \left(\frac{1.024}{3.60397} \right)^{\frac{1}{6}}$$

$$Kg = 0.811$$

Sehingga,

$$i_2 = 0.811 \times 3.604 = 2.922$$

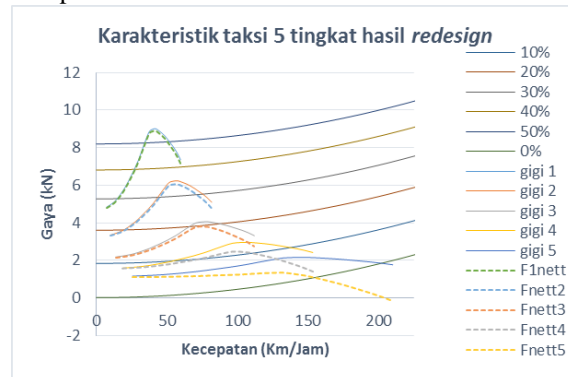
$$i_3 = 0.811 \times 2.922 = 2.369$$

$$i_4 = 0.811 \times 2.369 = 1.921$$

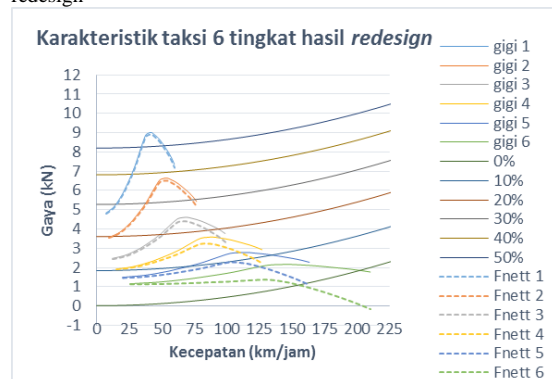
$$i_5 = 0.811 \times 1.921 = 1.558$$

$$i_6 = 0.811 \times 1.558 = 1.263$$

Grafik karakteristik traksi pada masing-masing tingkat kecepatan hasil *redesign* ditampilkan pada gambar 9,10 dan 11. Dari semua grafik hasil *redesign* terlihat bahwa distribusi traksi semakin merata seiring dengan bertambah banyaknya tingkatan kecepatan.



Gambar 9. Grafik karakteristik traksi Fortuner 5 tingkat kecepatan hasil *redesign*



Gambar 10. Grafik karakteristik traksi Fortuner 6 tingkat kecepatan hasil *redesign*



Gambar 11. Grafik karakteristik traksi Fortuner 7 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Jika kita bandingkan antara grafik karakteristik traksi *redesign* (gambar 12,13,14) dengan kondisi standar (gambar 11), traksi maksimum yang mampu dicapai naik dari 8.804754 kN menjadi 9.01 kN. Loses traksi (*gap*) saat pindah gigi pun

semakin berkurang seiring dengan penambahan tingkatan transmisi yang diberikan.

Selain itu, permasalahan tingkat gigi ke lima yang awalnya tidak berfungsi pada *top speed* dapat diatasi. Terlihat pada grafik (gambar 9,10,11) bahwa *top speed* mobil hasil *redesign* 208 km/jam dicapai pada tingkat gigi ke 5. Baik pada kondisi standar maupun hasil *redesign*, mobil mampu melalui tanjakan $\geq 50\%$.

Selanjutnya, berikut ini percepatan yang mampu dihasilkan kendaraan dengan rasio gigi hasil *redesign*. Terlihat bahwa nilai percepatan pada masing-masing tingkatan gigi sebanding dengan gaya dorong bersih yang mampu dihasilkan,



Gambar 12. Grafik Percepatan kendaraan 5 tingkat kecepatan hasil redesign



Gambar 13. Grafik Percepatan kendaraan 6 tingkat kecepatan hasil redesign



Gambar 14. Grafik Percepatan kendaraan 7 tingkat kecepatan hasil redesign

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisa yang telah dilakukan, diperoleh pada kondisi standar, mobil fortuner mampu berjalan mencapai kecepatan maksimum sebesar 207 km/jam pada tingkat gigi keempat. Sedangkan, traksi yang dihasilkan oleh tingkat gigi ke lima (kondisi jalan datar) hanya mampu mendorong kendaraan sampai kecepatan maksimum 189 km/jam akibat adanya gaya hambat angin dan *rolling* yang muncul. Sehingga, berdasarkan analisa dapat dikatakan rasio gigi ke lima pada kondisi standar kurang optimal. Selain itu, untuk tingkat gigi bawah pada kondisi standar, masih terdapat loses traksi yang cukup besar dilihat dari celah yang ada pada grafik karakteristik traksi. Setelah dilakukan *redesign*, besarnya loses traksi pada tingkat

gigi pertama menuju tingkat gigi kedua ditinjau pada kecepatan 50 km/jam mengalami penurunan dari kondisi standar sebesar 4.564 kN, hasil *redesign* 5 tingkat sebesar 2.282 kN, hasil *redesign* 6 tingkat kecepatan sebesar 1.799 kN, kemudian pada hasil *redesign* 7 tingkat kecepatan sebesar 1.109 kN, begitu pula jika ditinjau pada perpindahan tingkat gigi berikutnya. Artinya loses traksi dapat diminimalisir dengan menambah jumlah tingkatan kecepatan. Selain itu, hasil *redesign* mampu melaju pada kecepatan maksimum 202 km/jam pada tingkat gigi terakhir, artinya permasalahan tingkat gigi akhir kondisi standar telah diatasi.

V. SARAN

1. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut mengenai desain detail susunan planetary gear agar rasio hasil *redesign* dapat dipertimbangkan untuk dapat diproduksi
2. Perlu dilakukan tinjauan mengenai berat optimal sistem transmisi untuk kendaraan
3. Perlu dilakukan tinjauan volume transmisi yang sesuai ruang yang tersedia pada mobil

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Committee on the Assessment of Technologies for Improving Fuel Economy of Light-Duty Vehicles, Phase 2 Board on Energy and Environmental Systems Division on Engineering and Physical Sciences Cost. "Effectiveness And Deployment Of Fuel Economy Technologies For Light-Duty Vehicles". The National Academic Press, Washington, DC ,2004.
- [2] Rizki, Mohamad Fikki., "Analisa Kinerja Sistem Transmisi pada Kendaraan Multiguna Pedesaan untuk Mode Pengaturan Kecepatan Maksimal Pada Putaran Maksimal Engine dan Daya Maksimal Engine", Tugas Akhir 2013.
- [3] Sutantra, I. Nyoman., Sampurno, Bambang., "Teknologi Otomotif Edisi Kedua, Institut Teknologi Sepuluh Nopember", Guna Widya, Surabaya, 2010.
- [4] Taborek, Jaroslav J. , "Mechanics of Vehicles", Penton Publishing Co., Ohio, 1957.
- [5] Admin. (2015) Brochure Toyota Fortuner. Accessed at <http://www.toyota.ae/>
- [6] Toyota, Astra. (2011) Exterior Toyota New Fortuner Baru. Accessed at <http://www.astra-toyota.com/2011/03/exterior-toyota-new-fortuner-baru.html>