TUGAS AKHIR – TM 141585

ANALISIS PERRBANDINGAN KARAKTERISTIK TRAKSI DAN TENAGA MOBIL TOYOTA RUSH, MITSUBISHI XPANDER DAN DAIHATSU TERIOS

AAM MASGROANA ANASSI
NRP 02111340000133

Dosen Pembimbing
Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc.PhD

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri dan Rekaya Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR – TM184835

ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISTIK TRAKSI DAN KARAKTERISTIK TENAGA MOBIL TOYOTA RUSH 1.5 S, MITSUBISHI XPANDER SPORT, DAN DAIHATSU NEW TERIOS X

AAM MASGROANA ANASSI
NRP. 02111340000133

Dosen Pembimbing:
Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT – TM184835

COMPARATIVE ANALYSIS OF TRACTION AND POWER CHARACTERISTICS OF TOYOTA RUSH, MITSUBISHI XPANDER, AND DAIHATSU TERIOS

AAM MASGROANA ANASSI
NRP. 02111340000133

Academic Advisor:
Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., Ph.D

Mechanical Engineering Department
Faculty of Industrial Technology and System Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2020

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISTIK TRAKSI DAN KARAKTERISITIK TENAGA MOBIL TOYOTA RUSH, MITSUBISHI XPANDER, DAN DAIHATSU TERIOS

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri dan Rekaysa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Aam Masgroana Anassi
NRP. 02111340000133

Disetujui oleh:

1. Prof. Ir. Nyoman Sutantra, MSc., Ph.D. ..... (Pembimbing)
   NIP. 195106051978031002
2. Alief Wikarta, ST, MSc.Eng, PhD. ..... (Penguji I)
   NIP. 198202102006041002
3. Dr. Ir. Agus Sigit Pramono, DEA. ..... (Penguji II)
   NIP. 196508101991021001
4. Ir. Yusuf Kaelani, MSc. ..... (Penguji III)
   NIP. 196511031990021001

SURABAYA
AGUSTUS, 2020

ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISTIK TRAKSI DAN KARAKTERISTIK TENAGA MOBIL TOYOTA RUSH, MITSUBISHI XPANDER, DAN DAIHATSU TERIOS

Nama Mahasiswa : Aam Masgroana Anassi

NRP : 02111340000133

Jurusan : Teknik Mesin FTI-ITS

Pembimbing : Prof. Ir. INyoman Sutantra, M.Sc, Ph.D.

Abstrak

Melihat tingginya tingkat produksi dan penjualan mobil di Indonesia, seharusnya pihak produsen mengimbanginya dengan upaya memberikan informasi detail mengenai mobil kepada konsumen, agar konsumen juga tercerdaskan, seperti yang sudah dilakukan di beberapa negara maju. Realitas yang terjadi di pasaran Indonesia, informasi yang diberikan oleh pihak produsen mengenai detail spesifikasi mobil, bahkan untuk tingkat SUV yang merupakan mobil kelas premium pun masih sangatlah terbatas. Kebanyakan brosur hanya menampilkan upgrade teknologi dan fitur tambahan terbaru yang mereka miliki. Jika hal ini terus berlanjut, maka selamanya masyarakat Indonesia hanya akan menjadi konsumen tanpa ada peningkatan pengetahuan mendetail mengenai karakteristik atau performa mesin mobil yang mereka beli. Hal tersebut yang mendasari penulis untuk melakukan analisa perbandingan karakteristik traksi dan karakteristik tenaga dari tiga jenis mobil SUV.

Dalam penelitian ini, penulis melakukan tiga tahap analisa. Tahap pertama, penulis akan melakukan analisa perhitungan gaya hambat dan gaya dorong kendaraan sehingga akan didapatkan karakteristik traksi ketiga kendaraan. Kemudian pada tahap kedua, penulis akan melakukan analisa perhitungan

kecepatan kendaraan dan daya aktual kendaraan, sehingga didapatkan karakteristik tenaga kendaraan. Tahap terakhir, penulis akan melakukan evaluasi grafik karakteristik traksi dan tenaga ketiga kendaraan, kemudian membandinkannya.

Dari penelitian ini diperoleh grafik karakteristik traksi dan tenaga ketiga kendaraan. Setelah dilakukan analisa didapatkan Toyota Rush mampu menanjak dengan gradeability 40% dan menempuh kecepatan maksimum sebesar 130,98 km/jam, Mitsubishi Xpander mampu menanjak dengan gradeability 40% dan menempuh kecepatan maksimum sebesar 166,28 km/jam, Daihatsu Terios mampu menanjak dengan gradeability 50% dan menempuh kecepatan maksimum sebesar 141,58 km/jam. Dilihat dari grafik yang diperoleh perlu adanya peningkatan gaya dorong terutama pada tiga tingkat transmisi awal. Diperlukanya peningkatan gaya dorong tersebut agar memungkinkan kendaraan untuk melalui jalan tanjak dengan *gradeability* yang lebih besar dan mengurangi losses yang terjadi.

Kata kunci: Karakteristik Traksi, Karakteristik Tenaga, Rasio transmisi, Gradeability, Gaya hambat.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TRACTION AND POWER CHARACTERISTICS OF TOYOTA RUSH, MITSUBISHI XPANDER, AND DAIHATSU TERIOS

Name : **Aam Masgroana Anassi**

NRP : **02111340000133**

Department : **Mechanical Engineering FTI-ITS**

Advisor : **Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M. Sc., Ph.D.**

Abstract

Seeing the high level of car production and sales in Indonesia, producers should compensate by providing detailed information about cars to consumers, so that consumers are also smarter, as has been done in several developed countries. The reality that occurs in the Indonesian market, the information provided by the manufacturer regarding the detailed specifications of the car, even for the SUV level which is a premium class car, is still very limited. Most brochures only show the latest technology upgrades and enhancements they have available. If this continues, Indonesians will forever become consumers without increasing detailed knowledge about the characteristics or performance of the car engine they buy. This underlies the author to analyze the comparison of the traction characteristics and power characteristics of the three types of SUVs.

In this study, the authors conducted three stages of analysis. In the first stage, the author will analyze the calculation of the drag and thrust of the vehicle so that the traction characteristics of the three vehicles will be obtained. Then in the second stage, the author will analyze the calculation of vehicle speed and actual vehicle power, so that the characteristics of the vehicle power are obtained. In the last stage, the writer will

evaluate the traction and power characteristics of the three vehicles, then compare them.

From this research, a graph of the traction and power characteristics of the three vehicles is obtained. After analysis, it was found that the Toyota Rush was able to climb with 40% gradeability and traveled a maximum speed of 130.98 km/hour, the Mitsubishi Xpander was able to climb with 40% gradeability and traveled a maximum speed of 166.28 km/hour, Daihatsu Terios was able to climb with gradeability 50% and travels a maximum speed of 141.58 km/hour. Judging from the graph, it is necessary to increase the thrust, especially at the three levels of the initial transmission. It is necessary to increase the thrust to allow vehicles to pass uphill roads with greater gradeability and to reduce the losses that occur.

Keyworld: Traction Characteristics, Power Characteristics, Transmission Ratio, Gradeability, Drag Force.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, hidayah, dan kasih sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul: **ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISTIK TRAKSI DAN KARAKTERISITIK TENAGA MOBIL TOYOTA RUSH, MITSUBISHI XPANDER, DAN DAIHATSU TERIOS.** Pada kesempatan ini penulis bermaksud untuk mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Allah SWT** yang telah memberikan penulis segala bentuk kasih, petunjuk, rezeki, dan anugerah sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.
2. Orangtua saya, **Slamet Budiarto dan Marlinah** yang telah mensupport saya selama ini dan juga memberi kasih sayang, restu, serta nasihat sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Serta Adik saya, **Shatata Marlangen**. Terimakasih papa, mama, dan adik tercinta.
3. Bapak **Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M. Sc, PhD.** selaku dosen pembimbing yang selalu senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing saya agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih atas segala kritik, saran, dan pembelajaran yang anda telah berikan kepada saya.
4. Bapak **Dr. Agus Sigit Pramono, DEA, Ir. Yusuf Kaelani, MSc.,** dan **Alief Wikarta, ST, MSc.Eng, PhD,** selaku dosen penguji tugas akhir ini. Terimakasih atas segala kritik dan saran yang menyangkut tugas akhir ini maupun seputar kehidupan kampus saya.
5. Bapak **Ir. Yusuf Kaelani, MSc.** selaku dosen wali penulis yang telah memberikan banyak nasihat selama saya kuliah serta membantu saya dalam segala permasalahan akademik maupun non-akademik.

6. Teman-teman terdekat saya, **Karlino, Bintang, Hanggara, Fajar, Ade, Maul, Firman, Weli, Afif, Dani, Naufal** dan rekan-rekan lainnya yang tidak tersebutkan oleh penulis. Terimakasih atas segala cerita-cerita kuliah yang akan dikenang sepanjang masa.
7. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini secara langsung, maupun tidak langsung.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, oleh karena itu saran dan masukan yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

.

DAFTAR ISI

`HALAMAN PENGESAHAN ..... **i**
ABSTRAK ..... **iii**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
BAB I **1**
PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang *1*
1.2 Rumusan Masalah *2*
1.3 Tujuan Tugas Akhir *2*
1.4 Batasan Masalah *2*
1.5 Manfaat penelitian *3*
BAB II **5**
DASAR TEORI **5**
2.1 Penelitian Terdahulu *5*
2.2 Dasar Teori *7*
2.2.1. Kinerja Traksi Kendaraan 7
2.2.2. Gaya Hambat Kendaraan 8
2.2.3. Gaya Dorong kendaraan 12
2.2.4. Kecepatan dan Percepatan Kendaraan 14
2.2.5. Karakteristik Transmisi Kendaraan 15
2.2.6. Karakteristik Tenaga Kendaraan 16
BAB III **19**

METODOLOGI PENELITIAN **19**

3.1 Flowchart Penelitian *19*

3.2 Flowchart Perhitungan *21*

3.2.1 Flowchart Perhitungan Grafik Karakteristik Traksi Kendaraan 21

3.2.2 Flowchart Perhitungan Grafik Karakteristik Tenaga Kendaraan 24

BAB IV **27**

PERHITUNGAN DATA DAN ANALISA **27**

4.1 Perhitungan Kebutuhan Gaya Dorong Kendaraan *27*

4.1.1 Perhitungan Gaya Hambat Aerodinamis (R_a) 27

4.1.2 Perhitungan Gaya Hambatan *Rolling* (Rr) 30

4.1.3 Perhitungan Gaya Hambat Tanjakan 32

4.1.4 Perhitungan Gaya Dorong Kendaraan 34

4.2 Karakteristik Traksi Kendaraan *35*

4.3 Karakteristik Tenaga Kendaraan *40*

BAB V **45**

KESIMPULAN DAN SARAN **45**

5.1 Kesimpulan *45*

5.2 Saran *47*

DAFTAR PUSTAKA **49**

LAMPIRAN **51**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Karakterisitik Traksi Toyota Fortuner 4.0 V6 SR 5
Gambar 2.2. Grafik Karakteristik Traksi dan Tenaga APC KOMODO 4X4 6 Tingkat Kecepatan Hasil Redesign.....6
Gambar 2.3. Dinamika Kendaraan Mobil 8
Gambar 2.4. Grafik pengaruh tekanan ban pada fo dan fs 10
Gambar 2.5. Diagram bodi bebas kendaraan saat menanjak.....12
Gambar 2.6. Grafik karakteristik kinerja transmisi dari suatu kendaraan penumpang MT (manual transmission) 16
Gambar 2.7. Grafik Karakteristik Tenaga Terhadap Kecepatan dari Suatu Kendaraan 17
Gambar 4.8. Grafik gaya hambat aerodinamis Kendaraan Totoya Rush TRD Sportivo, Mitsubishi Xpander Sport dan Daihatsu New Terios X.....27
Gambar 4.9. Luas Frontal Area Kendaraan Toyota Rush TRD Sportivo 28
Gambar 4.10. Luas Frontal Area Kendaraan Mitsubishi Xpander Sport 29
Gambar 4.11. Luas Frontal Area Kendaraan Daihatsu New Terios X 29
Gambar 4.12. Grafik gaya hambat rolling kendaraan Totoya Rush TRD Sportivo, Mitsubishi Xpander Sport dan Daihatsu New Terios X.....31
Gambar 4.13. Gaya hambat total tanjakan kendaraan.....34
Gambar 4.14. Gaya Dorong kendaraan Totoya Rush TRD Sportivo, Mitsubishi Xpander Sport dan Daihatsu New Terios X 35
Gambar 4.15. Karakteristik Traksi Toyota Rush.....36
Gambar 4.16. Karakteristik Traksi Mitsubishi Xpander 37
Gambar 4.17. Karakteristik Traksi Daihatsu Terios.....38
Gambar 4.18. Karakteristik Tenaga Toyota Rush 41
Gambar 4.19. Karakteristik Tenaga Mitsubishi Xpander.....41

Gambar 4.20. Karakteristik Tenaga Daihatsu Terios 42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai rata-rata dari koefisien hambatan rolling untuk berbagai jenis dan berbagai kondisi jalan.....10
Tabel 4.1. Variable rumus gaya hambat kendaraan.....28
Tabel 4.2. Hasil perhitungan ae*rodynamic resisrance* 30
Tabel 4.3. Hasil perhitungan rolling resisrance.....32
Tabel 4.4. Gaya tanjak kendaraan pada kemiringan tertentu.....33

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masyarakat di Tanah Air memang lebih menggemari Multi Prupose Vehicle (MPV), namun keberadaan Sport Utility Vehicle (SUV) pun tak kalah memikat di mana pada setiap bulannya, para agen pemegang merk (APM) selalu mengantungi pemesanan. Awal 2018, PT Toyota-Astra Motor merilis all-new Toyota Rush. Selain punya wajah baru, SUV ini juga datang dengan dimensi lebih panjang dan hadir dengan sederet fitur baru. Mobil bermesin 2NR 1.500 cc, 4-silinder, DOHC, Fuel Injection, Dual VVT-i ini rupanya paling banyak dibeli yakni 45.156 unit. Toyota Rush juga menawarkan varian TRD Sportivo yang tentu saja dibanderol lebih tinggi dari varian standar. Menariknya, Toyota Rush TRD Sportivo M/T dan A/T menjadi penyumbang jualan terbanyak Toyota Rush selama periode tersebut.

Melihat tingginya tingkat produksi dan penjualan mobil di Indonesia, seharusnya pihak produsen mengimbanginya dengan upaya memberikan informasi detail mengenai mobil kepada konsumen, agar konsumen juga tercerdaskan, seperti yang sudah dilakukan di beberapa negara maju. Realitas yang terjadi di pasaran Indonesia, informasi yang diberikan oleh pihak produsen mengenai detail spesifikasi mobil, bahkan untuk tingkat SUV yang merupakan mobil kelas premium pun masih sangatlah terbatas. Kebanyakan brosur hanya menampilkan upgrade teknologi dan fitur tambahan terbaru yang mereka miliki. Jika hal ini terus berlanjut, maka selamanya masyarakat Indonesia hanya akan menjadi konsumen tanpa ada peningkatan pengetahuan mendetail mengenai karakteristik atau performa mesin mobil yang mereka beli. Hal tersebut yang mendasari penulis untuk melakukan analisa perbandingan karakteristik traksi dan karakteristik tenaga dari tiga jenis mobil SUV.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik traksi dan karakteristik tenaga yang di hasilkan mobil Toyota Rush, Mitsubishi Xpander dan Daihatsu Terios?
2. Bagaimana perbandingan dari kinerja traksi dan karateristik tenaga yang di hasilkan mobil Toyota Rush, Mitsubishi Xpander dan Daihatsu Terios?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Mengacu pada rumusan masalah, maka tujuan poposal tugas akhir ini adalah,

1. Mengetahui karakteristik traksi dan tenaga yang di hasilkan mobil Toyota Rush, Mitsubishi Xpander dan Daihatsu Terios.
2. Mengetahui perbandingan dari kinerja traksi dan karateristik tenaga yang di hasilkan mobil Toyota Rush, Mitsubishi Xpander dan Daihatsu Terios?

1.4 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah yang digunakan dalam pengerjaan proposal tugas akhir ini antara lain:

1. Kendaraan yang dianalisa adalah mobil Toyota Rush 1.5 S TRD Sportivo M/T, Mitsubishi Xpander Sport M/T dan Daihatsu New Terios X M/T dalam keadaan kosong..
2. Letak pusat massa (CG) ketiga mobil dianggap sama
3. Gaya hambat yang diperhitungkan adalah gaya hambat aerodinamis, gaya hambat rolling, gaya hambat tanjakan.
4. Tekanan ban 30 Psi.
5. Jalan yang dilalui rata tidak bergelombang.
6. Kinerja engine tidak dipengaruhi lingkungan sekitar.

1.5 Manfaat penelitian

Adapun beberapa manfaat dari penelitian ini adalah:

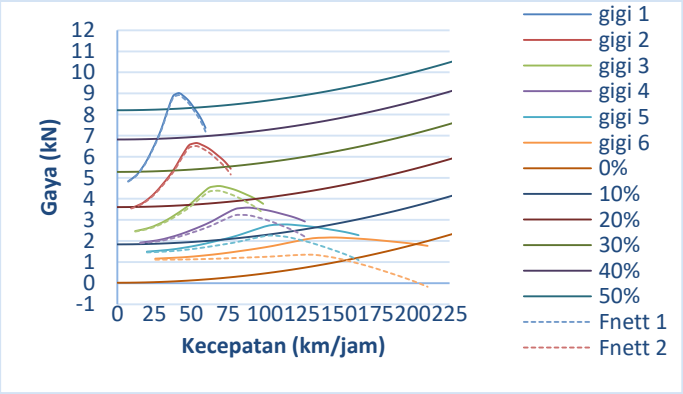
1. Sebagai media penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dalam dunia otomotif
2. Media informasi bagi masyarakat mengenai performa dari beberapa mobil SUV.
3. Dapat digunakan sebagai referensi dalam penggunaan operasional, mengurangi losses traksi pada transmisi, serta acuan desain penelitian dan pengembangan produk mobil jenis SUV selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II
DASAR TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

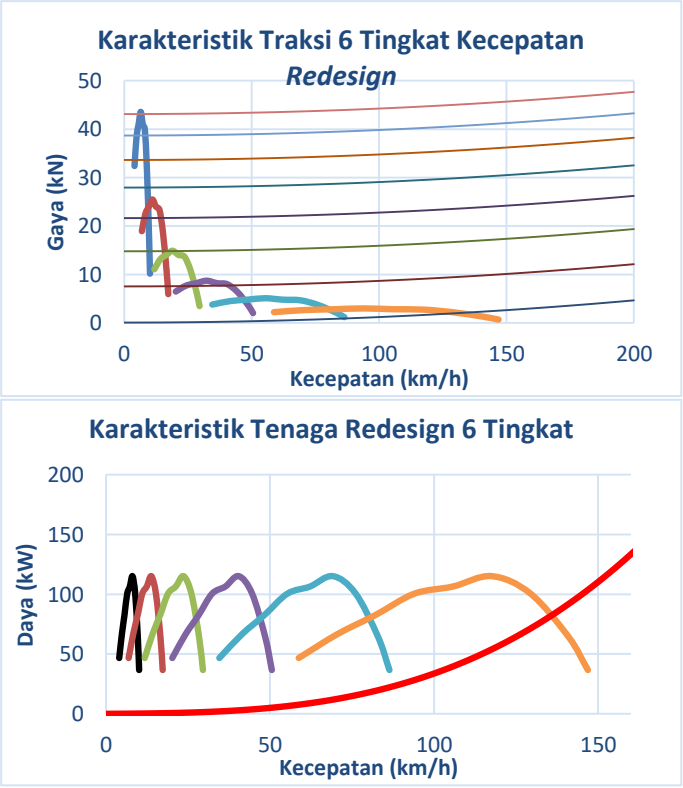
Penelitian mengenai karakteristik kendaraan sebelumnya pernah dilakukan oleh Nico Yudha Wardana dengan judul "Analisis Karakteristik Traksi Serta *Redesign* Rasio Transmisi Mobil Toyota Fortuner 4.0 V6 SR (AT 4X4)". Dalam penelitian tersebut, penulis membuat analisis karakteristik traksi dari mobil Toyota Fortuner 4.0 V6 SR (AT 4X4), dimana analisis tersebut dibandingkan dengan hasil *dynotest*, klaim pabrikan dan secara teoritis melalui ilmu Teknologi Konstruksi Otomotif. Hasil penelitian penulis diperoleh karakteristik traksi kendaraan yang diuji mulai dari gaya dorong, gaya hambat aerodinamik dan rolling. Berikut adalah hasil karakteristik traksi dari kendaraan yang di uji pada gambar 2.1



Gambar 2.1 *Karakterisitik Traksi Toyota Fortuner 4.0 V6 SR*

Hasil penelitian tersebut berupa gaya dorong yang dihasilkan oleh kendaraan dipengaruhi oleh hambatan – hambatan yang ada, sehingga dapat diketahui kecepatan maksimum

kendaraan. Pada hasil penelitian diatas, dapat diketahui pengaruh kemiringan suatu jalan terhadap gaya dorong yang dihasilkan. Kesimpulan dari penelitian tersebut, dengan redesain tingkat transmisi yang baru dapat mengurangi *losses* traksi yang terjadi pada perpindahan tingkat pertama menuju tingkat kedua sebesar 3,564 kN dengan 7 tingkat percepatan. Dari hasil penelitian diatas dapat dipelajari bagaimana penulis menghitung atau meredesain setiap tingkat transmisi agar tidak terjadi *losses* yang besar pada setiap perpindahan tingkat transmisi (Wardana, 2016).



***Gambar 2.2**. Grafik Karakteristik Traksi dan Tenaga APC KOMODO 4X4 6 Tingkat Kecepatan Hasil Redesign*

Penelitian kedua, dilakukan oleh saudara Anggi Siregar dengan judul "Analisis kinerja traksi dan *redesign* transmisi *armored personnel carrier* komodo 4x4". Dalam penelitian ini dilakukan perancangan dan analisis terhadap karakteristik traksi dan tenaga. Untuk itu dibutuhkan perhitungan gaya hambat kendaraan dan kebutuhan gaya dorongnya, selanjutnya perhitungan terhadap rasio transmisi menggunakan progresi geometris.

Hasil yang didapatkan pada tugas akhir ini adalah Pada kondisi standar, kendaraan APC KOMODO 4X4 mampu menempuh kecepatan maksimum sebesar 110 km/jam pada tingkat gigi ke-enam dan mampu melaju pada jalan dengan *gradeability* maksimum 50%. Traksi maksimum yang mampu dicapai oleh kendaraan pada kondisi standar adalah 34.47 kN pada putaran 1600 rpm pada tingkat gigi pertama. Setelah dilakukan *redesign* baik pada 6,7, maupun 8 tingkat kecepatan, traksi yang dihasilkan oleh kendaraan meningkat dari 34.47 kN menjadi 43.57 kN pada tingkat gigi pertama pada putaran 1600 rpm. Peningkatan gaya dorong tersebut memungkinkan kendaraan untuk melalui jalan tanjak dengan *gradeability* sebesar 70%. Pengaruh *redesign* rasio tingkat transmisi terhadap karakteristik traksi dari kendaraan APC KOMODO 4X4 adalah ketika rasio gear awal ditingkatkan maka gaya dorong yang dihasilkan oleh kendaraan juga meningkat, selain itu dengan menambah jumlah tingkat transmisi, *losses* yang terjadi pun semakin kecil. Tetapi, dengan meningkatkan rasio transmisi dan jumlah tingkat transmisi, perlu diperhatikan hal-hal lainnya, seperti dimensi gear, dimensi poros, dan dimensi *transmission case*. Selain itu perlu juga diperhatikan efisiensi biaya terhadap performa yang ditingkatkan.

2.2 Dasar Teori

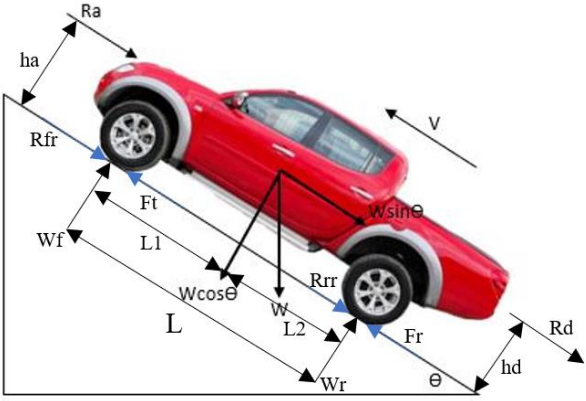
2.2.1. Kinerja Traksi Kendaraan

Secara umum, kinerja dari sebuah kendaraan dapat dibedakan menjadi 3 jenis kinerja, yaitu kinerja traksi kendaraan, kestabilan arah, serta kinerja pengaman kendaraan. Secara umum, kinerja traksi kendaraan dapat diartikan sebagai kemampuan kendaraan untuk melaju melawan gaya hambat yang ada pada saat kendaraan beroperasi. Gaya-gaya hambat tersebut adalah gaya hambat angin, gaya hambat tanjakan, serta gaya hambat rolling yang terjadi pada komponen kendaraan yang bergerak. Kemampuan kendaraan tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin kendaraan, pemilihan tingkat rasio transmisi, serta jenis transmisi yang dipakai.

Pada umumnya, informasi mengenai karakteristik traksi sebuah kendaraan ditampilkan dalam sebuah grafik yang menampilkan data kecepatan kendaraan, gaya dorong kendaraan (pada masing-masing gigi), gaya hambat kendaraan, serta pengaruh kondisi jalan terhadap gaya hambat.

2.2.2. Gaya Hambat Kendaraan

Gaya-gaya yang bekerja pada sebuah kendaraan yang sedang melaju pada sebuah permukaan dengan sudut tanjak tertentu dapat dijabarkan dalam gambar 2.3 berikut.



***Gambar 2.3**. Dinamika Kendaraan Mobil*

Agar kendaraan dapat melaju maka gaya dorong kendaraan harus lebih besar dari gaya hambatnya. Gaya dorong kendaraan (F_t) adalah gaya dorong yang dihasilkan oleh mesin pada poros penggerak. Gaya dorong (F_t) dibagi menjadi dua yaitu F_f (gaya dorong pada roda depan) dan F_r (gaya dorong pada roda belakang). Sedangkan gaya hambat adalah gaya yang menghambat laju kendaraan, diantaranya *drag force*, *rolling resistance* serta gaya hambat kendaraan akibat sudut menanjak.

2.2.2.1. Gaya hambat aerodinamik (Drag)

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. Namun, pada dasarnya gaya hambat yang paling besar adalah akibat gaya hambat bentuk dan pusaran. Dengan demikian, besarnya gaya hambat angin dapat dihitung dengan persamaan berikut,

$$Ra = \frac{1}{2} x\ \rho\ x\ Cd\ x\ Af\ x\ V_k{}^2 \quad \text{.....(2.1)}$$

dimana,

Ra = hambatan aerodinamika (N)
ρ = massa jenis udara (kg/m³)
Cd = koefisien drag
Af = Luas frontal kendaraan (m²)
Vk =kecepatan relatif angin terhadap kendaraan (m/s)

Dewasa ini, model bodi kendaraan yang diproduksi umumnya selalu memperhatikan 2 aspek penting, yaitu aspek estetik dan juga aspek desain berkaitan dengan koefisien hambat aerodinamik (Cd) dari kendaraan.

2.2.2.2. Gaya Hambat Rolling *(Rolling Resistant)*

Gaya yang kedua adalah *rolling resistant*. Yaitu gaya hambat akibat gesekan ban dengan jalan. Untuk mencari besarnya gaya hambat rolling, pertama kita harus menentukan besarnya koefisien hambatan rolling (fr) terlebih dahulu.

Besarnya fr dapat dicari menggunakan persamaan hasil eksperimen *J.J Taborek* berikut,

$$fr = fo + fs\,(\frac{Vk}{100})^{2,5} \quad \text{.....(2.2)}$$

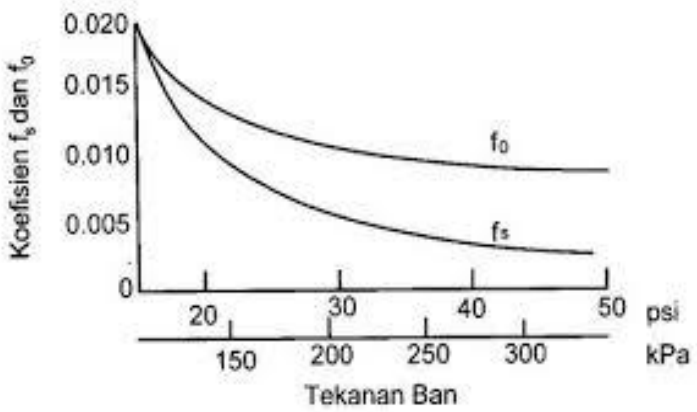
dimana,

fr = koefisien hambat rolling

fo dan fs = koefisien yang nilainya tergantung pada tekanan ban, didapat dari grafik gambar 2.4

Sedangkan untuk kondisi tekanan ban 30 psi, maka perumusan diatas dapat disederhanakan sebagai berikut,

$$fr = 0.01[1 + \frac{Vk}{160}] \quad \text{.....(2.3)}$$



Gambar 2.4. *Grafik pengaruh tekanan ban pada fo dan fs*

Tabel 2.1. Nilai rata-rata dari koefisien hambatan rolling untuk berbagai jenis dan berbagai kondisi jalan

Jenis Kendaraan	Permukaan Jalan		
	Beton	Keras/Aspal	Pasir
Kendaraan penumpang	0.015	0.08	0.3
Truk	0.012	0.06	0.25
Traktor	0.02	0.04	0.2

Setelah mendapatkan koefisien hambat roling (fr) , maka dengan menggunakan rumus 2.4 besarnya gaya hambat roling dapat dicari,

$$Rr = fr\ x\ W\ Cos\ \theta \quad \text{.....(2.4)}$$

dimana,

Rr = Gaya hambat rolling
fr = Koefisien hambat rolling
W = Berat kendaraan

2.2.2.3. Gaya Hambat Tanjakan

Gaya hambat yang ketiga adalah gaya hambat tanjakan, yaitu gaya hambat yang diakibatkan adanya sudut tanjak (θ) 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,

$$Rg = W \sin \theta \quad \text{.....(2.5)}$$

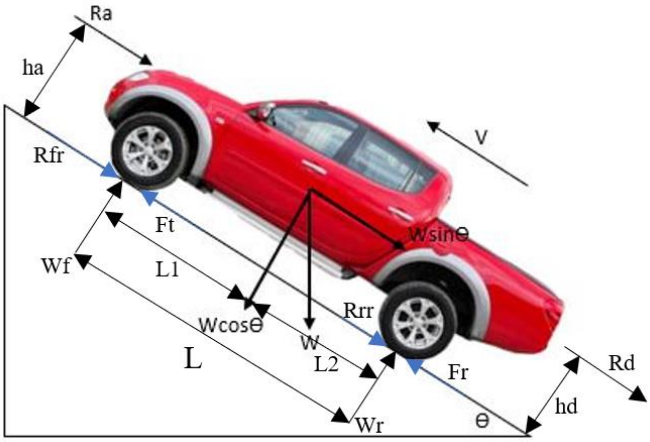
Ketika kendaraan dalam posisi menanjak, digunakan satuan *gradeability* sebagai acuan. *Gradeability* adalah kemampuan suatu kendaraan untuk mendaki suatu tanjakan. Jika kendaraan didesain dengan gradient 30%, maka kemampuan kendaraan tersebut harus mampu menanjak dengan gradient sebesar 30%. Jika kendaraan tersebut belum mampu menempuh tanjakan tersebut, maka kendaraan tersebut dikatakan tidak memenuhi kriteria *gradeability* yang disyaratkan.

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

$$G = \tan \theta = \frac{vertical\ projection}{horizontal\ projection} \quad \text{.....(2.6)}$$

Dengan demikian, setelah meninjau tiga buah gaya hambat yang bekerja pada kendaraan sesuai penjelasan sebelumnya, maka gaya hambat total pada kendaraan dapat dirumuskan sesuai persamaan 2.7 dibawah ini,

$$Fr = Rr + Ra + Rg \quad \text{.....(2.7)}$$



Gambar 2.5. *Diagram bodi bebas kendaraan saat menanjak*

Akan tetapi, pada saat kendaraan dalam posisi menanjak, besarnya sudut tanjak juga akan berpengaruh terhadap besarnya *Rolling Resistance* kendaraan akibat perbedaan gaya normal pada kendaraan yang besarya lebih kecil dibandingkan saat berjalan mendatar (gambar 2.5, besar gaya normal kendaraan sama dengan Gaya berat kendaraan dikali cos sudut tanjak). Sehingga rumus gaya dorong kendaraan total (rumus 2.7) sedikit dimodifikasi menjadi seperti berikut,

$$Fr = Rr + Ra + Rg$$

$$Fr = fr.\ W \cos\theta_{max} + \frac{1}{2}\rho\ C_d\ A\ V^2 + W \sin\theta_{max} \quad \text{.....(2.8)}$$

2.2.3. 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 menggerakan roda. Untuk menghitung besarnya gaya dorong yang mampu dihasilkan kendaraan, dapat digunakan persamaan 2.13. Selain melalui metode analitis/

perhitungan, untuk mencari besarnya nilai gaya dorong (Ft) aktual pada kendaraan juga dapat dilakukan dengan cara lain. Yaitu dengan melakukan pengujian menggunakan mesin *dynotest* pada mobil.

Torsi mesin pada mobil (Me) dihasilkan langsung oleh pembakaran pada *combustion engine*. Torsi dari engine kemudian akan masuk ke drivetrain. Setelah melalui drivetrain, daya yang disalurkan besarnya akan menurun akibat adanya loses pada drivetrain, kemudian daya akan langsung disalurkan menuju roda kendaraan, torsi yang muncul pada roda disebut Tr. Tr sendiri merupakan kebutuhan torsi untuk menggerakkan kendaraan. Torsi yang muncul pada roda nantinya akan digunakan untuk memutar roda agar bisa bergerak. Pada permukaan roda, ketika berputar akan timbul gaya tangensial. Gaya inilah yang biasa kita sebut dengan gaya dorong (Ft).

Proses transmisi dan transformasi torsi yang dihasilkan oleh mesin menjadi menjadi gaya dorong (Ft) yang terjadi pada roda penggerak dipengaruhi beberapa faktor berikut,

1. Perbandingan transmisi
   $$it = \frac{ne}{ntr} \quad \text{.....(2. 9)}$$
2. Perbandingan putaran pada gardan
   $$ig = \frac{ntr}{np} \quad \text{.....(2.10)}$$
3. Torsi yang keluar dari transmisi
   Mtr = it . Me .....(2.11)
4. Torsi pada poros penggerak setelah Mtr ditransmisikan melalui gardan
   Mp = ig . Mtr = it . ig .Me .....(2.12)

Maka, gaya dorong pada roda penggerak (Ft) dengan memperhatikan efisiensi (ηt) pada semua proses transmisi untuk mobil pada umumnya dirumuskan sebagai berikut,

$$Ft = \frac{it\ .\ ig\ .Me}{r}\eta t \quad \text{.....(2.13)}$$

dimana,

Ft = Ff + Fr = gaya dorong pada kendaraan roda penggerak depan dan belakang (N)

Ft = Ff = gaya dorong pada kendaraan dengan roda penggerak depan (N)

Ft = Fr = gaya dorong pada kendaraan dengan roda penggerak belakang (N)

Me = torsi keluaran dari mesin (N.m)
ne = putaran mesin
ntr = putaran transmisi
np = putaran poros penggerak
r = jari-jari roda (m)
ηt = efisiensi transmisi,
it = perbandingan gigi transmisi
ig = perbandingan transmisi pada gardan

2.2.4. Kecepatan dan Percepatan Kendaraan

Kecepatan maksimum kendaran dalam setiap tingkat transmisi (k) dapat dirumuskan:

$V_k = \frac{ne}{ik \text{ x } ig} x \frac{\pi}{30} x \text{ r}$ ..... (2.14)

dimana,

Vk = Kecepatan pada transmisi tingkat k

ik = Rasio transmisi pada tingkat k

ig = Rasio garden

r = Jari kari roda

ne = rpm engine

Dalam gerakan lurus besarnya percepatan dapat dilakukan oleh kendaraan adalah merupakan factor penting sebagai parameter kinerja laju kendaraan. Untuk kendaraan yang bergerak dari keadaan diam sampai kecepatan tertentu (percepatan) atau dari kecepatan tertentu sampai berhenti (perlambatan) , maka percepatan (a), waktu (t), dan jarak (S) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut,

a. Untuk kondisi percepatan, kendaran diam mencapai kecepatan akhir (Vt)

$$a = \frac{Vt^2}{2.S} = \frac{Vt}{t} = \frac{2.S}{t^2} \quad \text{.....(2.15)}$$

$$t = \frac{Vt}{a} = \frac{2.S}{Vt} = \sqrt{\frac{2.S}{a}} \quad \text{.....(2.16)}$$

$$S = \frac{Vt^2}{2.a} = \frac{Vt.\ t}{2} = \frac{2.t^2}{2} \quad \text{.....(2.17)}$$

b. Sedangakan untuk mencari percepatan untuk setiap tingat gigi (k), dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$a_{k=} \frac{(Ft - Rrr - Ra)}{massa\ penuh} \quad \text{.....(2.18)}$$

dimana,

a = percepatan (m/s)
Ft = gaya dorong (N)
Rrr = gaya hambat ressistance pada roda belakang (N)
Ra = hambatan hambat aerodinamika (N)

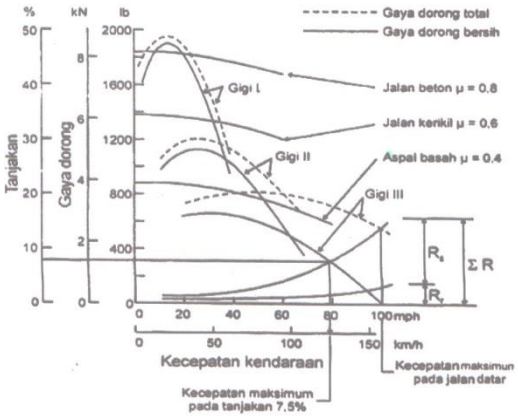
2.2.5. Karakteristik Transmisi Kendaraan

Untuk memudahkan kita mengetahui karakteristik transmisi kendaraan, maka dibuat grafik untuk gaya dorong-kecepatan. Contoh grafik karakteristik kendaraan untuk suatu transmisi 4 tingkat ditunjukkan pada gambar dibawah. Pada gambar tersebut ditunjukkan hambatan rolling (Rr) dan hambatan aerodinamik (Ra) yang terjadi pada kendaraan, serta gaya dorong total, gaya dorong bersih, dan gaya dorong maksimum yang dapat terjadi pada bidang kontak ban dan jalan dengan asumsi koefisien gesek tertentu.

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

$$Fn = F - Rr - Ra \quad \text{.....(2.23)}$$

Disamping itu juga pada gambar tersebut ditunjukkan gradability sehingga besarnya kecepatan maksimum yang dapat dicapai kendaraan pada gradability tertentu pada jalan datar.



Gambar 2.6. *Grafik karakteristik kinerja transmisi dari suatu kendaraan penumpang MT (manual transmission)*

2.2.6. Karakteristik Tenaga Kendaraan

Tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan kendaraan pada beban dan kecepatan tertentu dinamakan *road load horsepower* (Rhp). Besarnya tenaga yang dibutuhkan (Rhp) tergantung pada besarnya gaya hambat yang terjadi pada kendaraan (F_r) dan kecepatan kendaraan (V_k). Tenaga yang dibutuhkan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Rhp = \frac{Fr\ x\ Vk}{375} \quad \text{.....(2.24)}$$

Dimana,

Rhp = *Road load horsepower* (hp)
F_r = Gaya hambat kendaraan (lb)
V_k = Kecepatan kendaraan (mil/jam)

Besar tenaga yang dibutuhkan kendaraan ditentukan oleh besarnya kecepatan dan gaya dorong yang dibutuhkan oleh kendaraan. Pada saat berjalan pada kecepatan rendah dan konstan, kebutuhan gaya dorong menjadi kecil, sehingga tenaga yang dibutuhkan juga kecil. Jika kendaraan berjalan pada kecepatan tinggi dan konstan, Gaya dorong yang dibutuhkan akan semakin

besar, sehingga tenaga yang dibutuhkan juga menjadi lebih besar. Kendaraan yang dipercepat membutuhkan gaya dorong yang lebih besar dibandingkan dengan kendaraan yang melaju dengan keceaptan konstan, sehingga kebutuhan tenaga juga lebih besar.

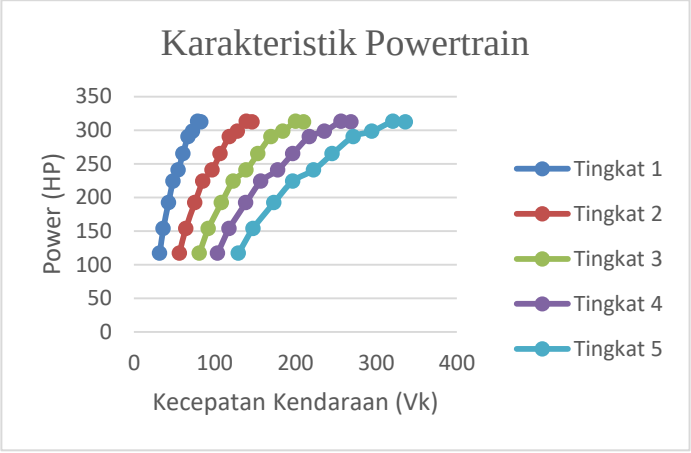
Karakteristik kinerja dari suatu kendaraan dapat juga ditunjukkan sebagai kurva tenaga untuk setiap tingkat transmisi pada setiap tingkat kecepatan. Grafik tersebut pada umumnya disebut dengan grafik karakteristik tenaga. Untuk mendapatkan grafik karakteristik tenaga, dibutuhkan data *input* berupa tenaga yang disuplai dan kecepatan kendaraan. Tenaga yang disuplai dapat dihitung menggunakan perasamaan sebagai berikut:

$$P = P_e \; x \; \eta_e \quad (2.25)$$

Dimana,

P = Tenaga aktual yang disuplai oleh *engine*
P_e = Tenaga *engine*
η_e = Effisiensi *engine*

Sebagai contoh, kendaraan yang memiliki tenaga mesin maksimal sebesar 312 hp dapat digambarkan karakteristik tenaganya seperti pada gambar 2.8.



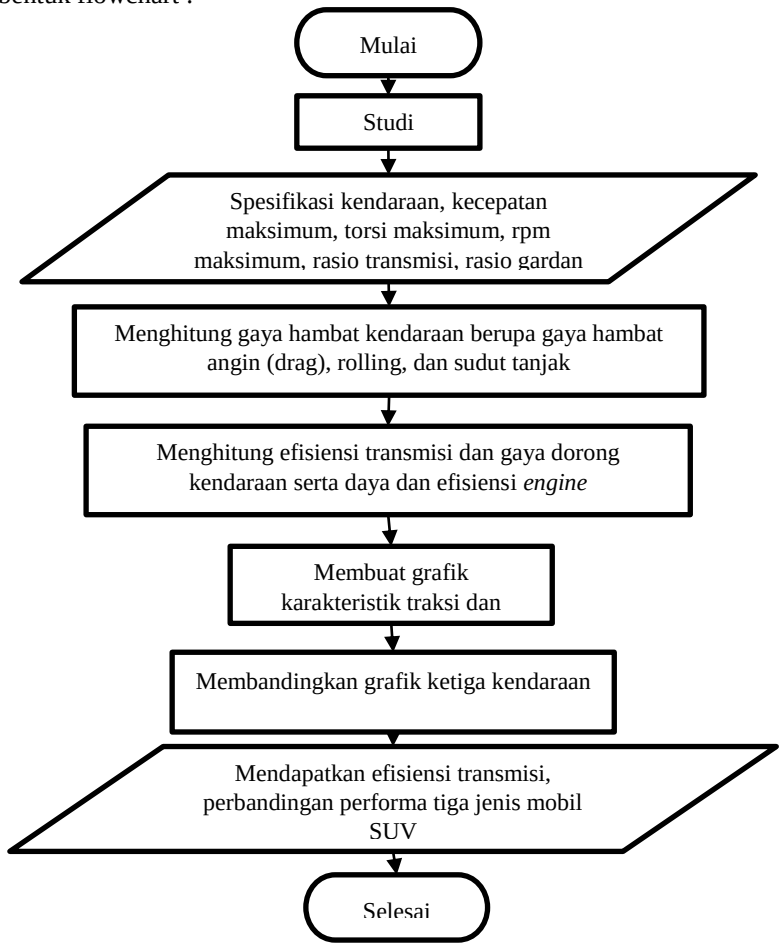
Gambar 2.7. *Grafik Karakteristik Tenaga Terhadap Kecepatan dari Suatu Kendaraan*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 *Flowchart* Penelitian

Berikut ini disajikan lan gkah-langkah penelitian dalam bentuk flowchart :

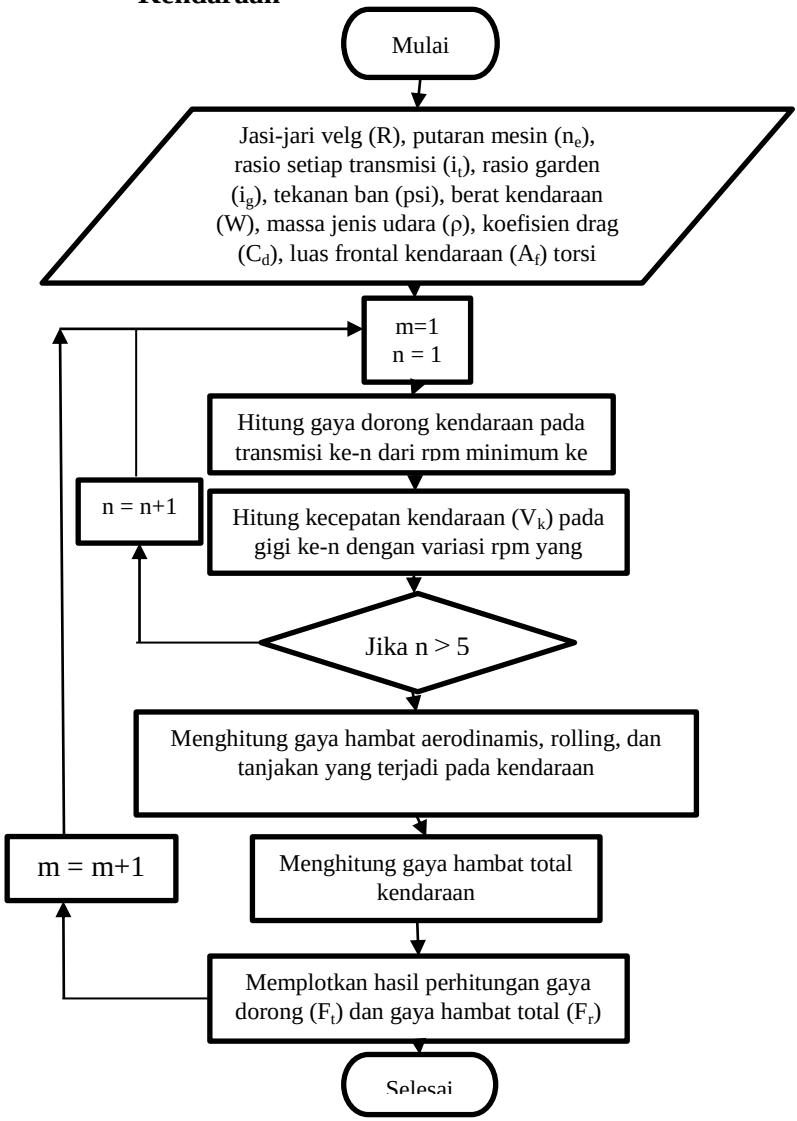


Langkah-langkah yang akan dilakukan pada penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pertama melakukan analisa sumber studi literature terhadap buku, katalog, jurnal dan penelitian terdahulu.
2. Kedua mencari data dan spesifikasi kendaraan, berupa spesifikasi teknis, kecepatan maksimum, torsi maksimum, rpm maksimum, grafik torsi terhadap rpm, rasio transmisi, dan rasio gardan.
3. Ketiga menentukan variabel-variabel yang digunakan pada analisa dan perhitungan sebagai batasan penelitian.
4. Selanjutnya menghitung gaya-gaya hambat yang terjadi pada kendaraan berdasarkan data dan variabel yang didapatkan pada beberapa tingkat kecepatan.
5. Tahap kelima menghitung efisiensi transmisi yang dihasilkan oleh *gear box*, dengan mengasumsikan setiap pasang gigi menghasilkan 95% efisiensi, sedangkan setiap bantalan dan joint menghasilkan 98% efisiensi. Efisiensi total transmisi adalah perkalian dari semua efisiensi komponen yang menyalurkan daya. Setelah didapatkan efisiensi transmisi, langkah selanjutnya adalah menghitung gaya dorong kendaraan (F_t).
6. Tahap keenam yaitu memplot hasil perhitungan gaya dorong dan gaya hambat pada grafik karakteristik traksi serta grafik karakteristik tenaga ketiga mobil.
7. Tahap ketujuh, mengevaluasi dan membuat perbandingan tiga jenis mobil yang dianalisa.
8. Tahap terakhir adalah menyusun saran dan rekomendasi rasio tingkat transmisi dari hasil perhitungan yang telah dilakukan.

3.2 *Flowchart* Perhitungan

3.2.1 Flowchart Perhitungan Grafik Karakteristik Traksi Kendaraan

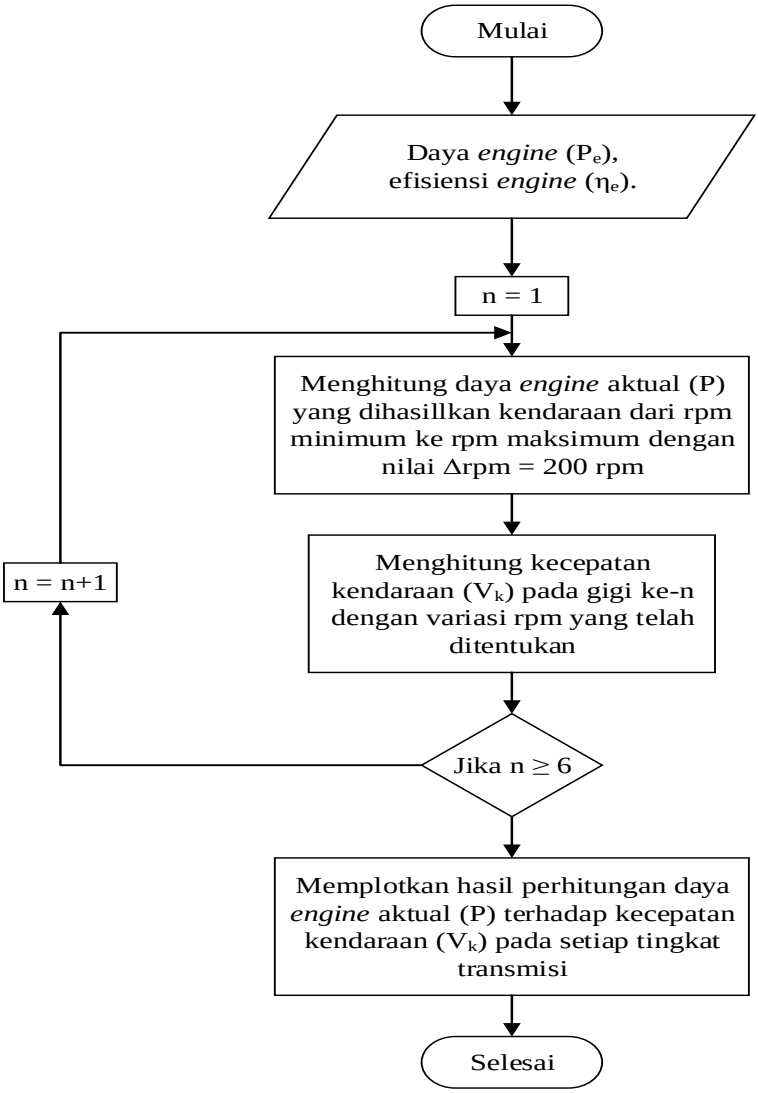


Pada penelitian ini untuk mendapatkan karakteristik traksi dari sebuah kendaraan diperlukan data pendukung berupa hasil perhitungan gaya dorong (F_t), gaya hambat (F_r) dan kecepatan kendaraan (V_k) yang terjadi pada setiap tingkat kecepatannya. Berikut disajikan langkah-langkah untuk menghitung data pendukung yang telah disebutkan diatas:

1. Menyiapkan data-data pendukung awal yang meliputi jari-jari velg (R), putaran mesin (n_e), rasio setiap transmisi (i_t), rasio gardan (i_g), Tekanan ban (psi), berat kendaraan (W), massa jenis udara (ρ), koefisien drag (C_d), luas frontal kendaraan (A_f), Torsi *engine* (M_e), koefisien rolling (f_r), torsi poros penggerak (M_p), effisiensi transmisi (η_t).
2. Melakukan perhitungan gaya dorong (F_t) pada tingkat gigi n pada setiap titik putaran mesin, dari putaran terendah sampai dengan putaran tertinggi dengan interval kenaikan putaran 200 rpm. Untuk menghitung F_t digunakan persamaan $F_t = \frac{ig\ x\ it\ x\ Me\ x\ \eta t}{R}$.
3. Setelah didapatkan F_t pada setiap tingkat kecepatan, selanjutnya adalah menghitung besarnya kecepatan kendaraan (V_k) pada setiap tingkat kecepatan. Besarnya kecepatan kendaraan dapat dihitung menggunakan persamaan $V_k = \frac{ne}{ik \times ig}\ x\ \frac{2\pi}{60}\ x\ R$.
4. Mengulangi perhitungan gaya dorong (F_t) dan kecepatan kendaraan (V_k) pada tingkat transmisi n = 2,3,4,5 dan 6.
5. Menghitung gaya hambat yang terjadi pada kendaraan, yaitu gaya hambat aerodinamis ($R_a = \frac{1}{2} \times \rho \times C_d \times A_f \times V_a^2$), gaya hambat *rolling* ($R_r = f_r\ x\ W\ Cos\ \theta$) dan gaya hambat tanjak ($R_g = W\ Sin\theta$).
6. Menjumlahkan gaya hambat aerodinamis, gaya hambat *rolling*, dan gaya hambat tanjakan sehingga didapatkan gaya hambat total (F_r), dimana $F_r = R_a + R_r + R_g$.
7. Tahap terakhir adalah mengulangi langkah ke dua hingga ke enam dengan jenis mobil lainya.

8. Memplotkan gaya dorong (F_t) dan gaya hambat (F_r) kendaraan terhadap kecepatan kendaraan (V_k) pada masing-masing tingkat transmisi kendaraan.

3.2.2 Flowchart Perhitungan Grafik Karakteristik Tenaga Kendaraan



Setelah didapatkan karakteristik traksi kendaraan, selanjutnya adalah menganalisa karakteristik tenaga. Berikut langkah-langkah untuk memperhitungkan karakteristik tenaga dari kendaraan:

1. Menyiapkan data-data pendukung berupa daya *engine* (P_e) pada setiap interval rpm dan efisiensi *engine* (η_e).
2. Menghitung daya aktual yang dihasilkan oleh *engine* (P) pada tingkat gigi n pada setiap interval rpm dengan menggunakan persamaan $P = P_e \; x \; \eta_e$.
3. Setelah didapatkan daya yang dihasilkan oleh *engine* pada setiap interval rpm, langkah selanjutnya adalah menghitung kecepatan kendaraan (V_k) pada masing-masing tingkat transmisi dengan menggunakan persamaan $V_k = \frac{ne}{ik \text{ x } ig} \; x \; \frac{2\pi}{60} \; x$ R.
4. Mengulangi perhitungan daya aktual kendaraan (P) dan kecepatan kendaraan (V_k) pada tingkat transmisi n = 1,2,3,4,5, dan 6.
5. Memplotkan hasil perhitungan daya aktual (P) terhadap kecepatan kendaraan (V_k) pada masing-masing tingkat transmisi kendaraan.
6. Tahap terakhir mengulangi langkah ke dua hingga ke lima dengan jenis mobil yang berbeda.

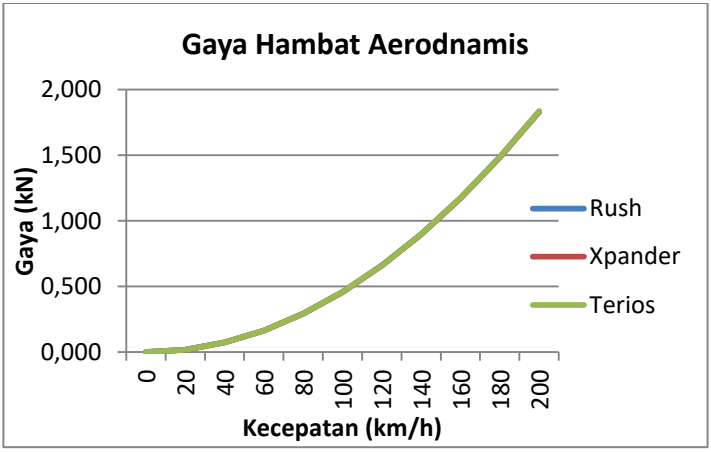
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV
PERHITUNGAN DATA DAN ANALISA

4.1 Perhitungan Kebutuhan Gaya Dorong Kendaraan

Gaya dorong yang dibutuhkan oleh kendaraan ditentukan berdasarkan tinjauan beban yang dialami kendaraan, yaitu beban saat kendaraan berjalan dalam kondisi lurus yang meliputi gaya hambat aerodinamis (R_a) dan gaya hambat *rolling* (R_r), serta saat kendaraan dalam kondisi menanjak (R_g). Perhitungan gaya dorong digunakan untuk mengetahui kecepatan serta percepatan yang mampu dihasilkan kendaraan saat beroperasi.

4.1.1 Perhitungan Gaya Hambat Aerodinamis (R_a)



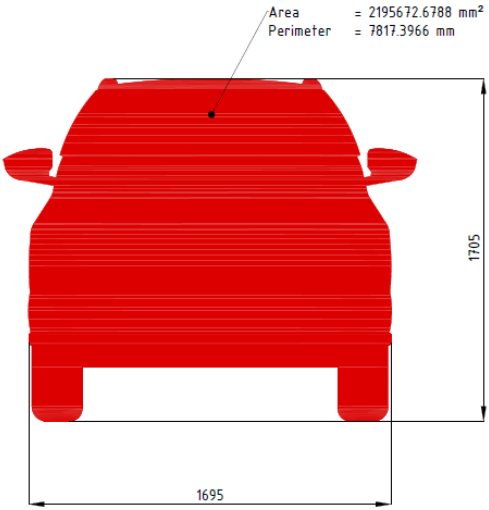
Gambar 4.8. *Grafik gaya hambat aerodinamis Kendaraan Totoya Rush TRD Sportivo, Mitsubishi Xpander Sport dan Daihatsu New Terios X*

Sesuai dengan dasar teori yang ada, gaya hambat aerodinamis dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan ,

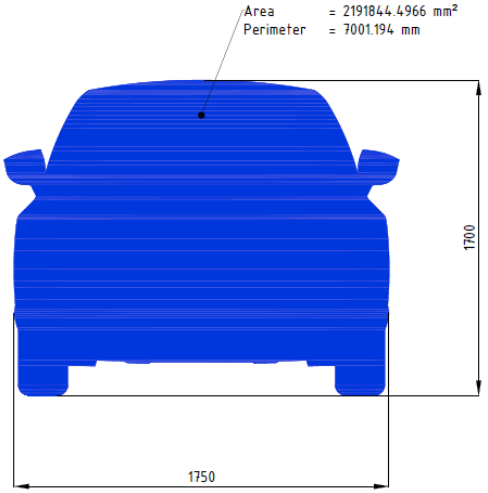
$$R_a = \frac{1}{2} \times \rho \times C_d \times A_f \times V_k^2$$

Tabel 4.1. Variable rumus gaya hambat kendaraan

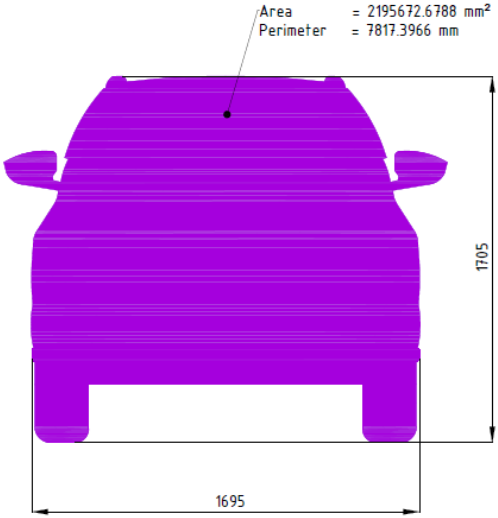
Variable	Rush	Xpander	Terios
P	1.23 Kg/ m^3		
Cd	0.44	0.44	0.44
Af	2,195 m^2	2,191 m^2	2,195 m^2



Gambar 4.9. *Luas Frontal Area Kendaraan Toyota Rush TRD Sportivo*



Gambar 4.10. *Luas Frontal Area Kendaraan Mitsubishi Xpander Sport*



Gambar 4.11. *Luas Frontal Area Kendaraan Daihatsu New Terios X*

Kecepatan relatif angin terhadap kendaraan divariasikan dari 0 sampai dengan 200 km/jam dengan asumsi kecepatan angin sebesar 0 km/jam.

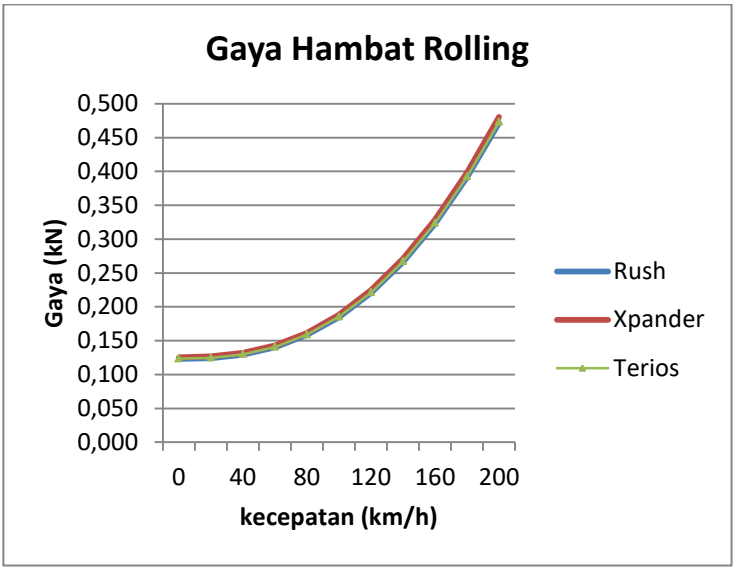
Tabel 4.2. Hasil perhitungan ae*rodynamic resisrance*

Kecepatan Kendaraan (Va) [km/h]	Kecepatan Kendaraan (Va) [m/s]	Hambatan Aerodinamis (Ra) [N]		
		Rush	Xpander	Terios
0	0.00	0,000	0,000	0,000
20	5.56	18,337	18,306	18,337
40	11.11	73,349	73,222	73,349
60	16.67	165,036	164,750	165,036
80	22.22	293,397	292,889	293,397
100	27.78	458,433	457,640	458,433
120	33.33	660,144	659,001	660,144
140	38.89	898,529	896,974	898,529
160	44.44	1173,589	1171,558	1173,589
180	50.00	1485,323	1482,753	1485,323
200	55.56	1833,733	1830,559	1833,733

4.1.2 Perhitungan Gaya Hambatan *Rolling* (Rr)

Gambar 4.12 menunjukan grafik hasil perhitungan gaya hambat *rolling* kendaraan saat melaju pada kecepatan tertentu. Gaya hambat *rolling* didapat dari input data variabel bebas kendaraan berupa koefisien *rolling* yang berbeda pada tiap tingkat kecepatan, $\mathbf{f_r = f_o + f_s \left(\frac{V}{100}\right)^{2,5}}$ yang diperoleh dari tabel hasil uji JJ. Taborek. Besarnya koefisien ini juga bergantung pada jenis ban dan tekanan dari ban , pada ban bertekanan 30 psi nilai fo

sebesar 0.01 dan fs sebesar 0.005 (didapat dari gambar 2.4). Besarnya gaya hambat *rolling* merupakan hasil perkalian antara koefisien hambatan *rolling* dengan gaya normal kendaraan, $\mathbf{R_r = f_r \, x \, W}$.



Gambar 4.12. *Grafik gaya hambat rolling kendaraan Totoya Rush TRD Sportivo, Mitsubishi Xpander Sport dan Daihatsu New Terios X*

Berdasarkan grafik, terlihat bahwa semakin besar kecepatan kendaraan maka semakin besar pula hambatan *rolling* yang muncul.

Berikut ini hasil perhitungan gaya hambat *rolling* kendaraan disajikan dalam bentuk data table

Tabel 4.3. Hasil perhitungan rolling resisrance

Kecepatan Kendaraan (Va) km/jam	Koefisien rolling (fr)	Rrr [kN]		
		Rush	Xpander	Terios
0	0.010	123.214	174,618	123,606
20	0.010	124.316	176,180	124,712
40	0.011	129,448	183,453	129,860
60	0.011	140,393	198,965	140,840
80	0.013	158,479	224,597	158,984
100	0.015	184,820	261,927	185,409
120	0.018	220,395	312,343	221,097
140	0.022	266,086	377,097	266,934
160	0.026	322,707	457,340	323,735
180	0.032	391,013	554,143	392,258
200	0.038	471,714	668,512	473,217

4.1.3 Perhitungan Gaya Hambat Tanjakan

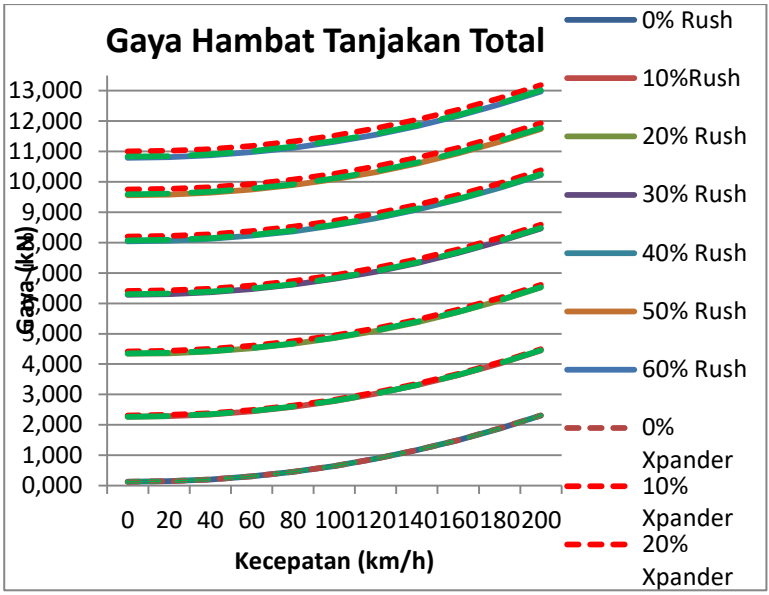
Gaya hambat ketika mobil menanjak merupakan akumulasi dari gaya hambat total saaat melaju pada tanjakan dengan nilai gradeability tertentu (rumus 2.7). Pada penelitian ini, perhitungan gradeability dilakukan pada 0-60 % kemiringan. Gaya tanjak sendiri nilainya berbanding lurus dengan sinus dari sudut tanjakan. Besarnya gaya tanjak merupakan hasil perkalian antara berat kendaraan dengan sinus sudut tanjak yang dilalui kendaraan, $\mathbf{R_g = W\ Sin\theta}$. Tabel 4.4 menampilkan hasil

perhitungan gaya hambat tanjak mobil pada masing-masing kemiringan,

Tabel 4.4. Gaya tanjak kendaraan pada kemiringan tertentu

Gradeability	Sudut Tanjak (degree)	Gaya tanjak (kN)		
		Rush	Xpander	Terios
0	0.000	0,000	0,000	0,000
10	5.711	2,140	2,180	2,146
20	11.310	4,214	4,295	4,228
30	16.700	6,161	6,278	6,180
40	21.801	7,920	8,071	7,945
50	26.565	9,439	9,619	9,469
60	30.960	10,671	10,875	10,705

Besarnya gaya hambat tanjak pada setiap kemiringan bernilai konstan. Setelah mendapatkan gaya tanjak, maka selanjutnya pada masing-masing kemiringan nilai gaya tanjak diakumulasikan dengan gaya hambat angin dan *rolling resistance* menjadi gaya hambat total tanjakan. Grafik 4.6 menperlihatkan gaya hambat total (Ft) saat kendaraan melaju pada tanjakan untuk masing-masing *gradeability*.



Gambar 4.13. *Gaya hambat total tanjakan kendaraan*

Dari grafik 4.13 terlihat bahwa semakin besar nilai kemiringan dari tanjakan, maka akan semakin besar pula gaya hambat yang dialami kendaraan seiring bertambahnya kecepatan kendaraan.

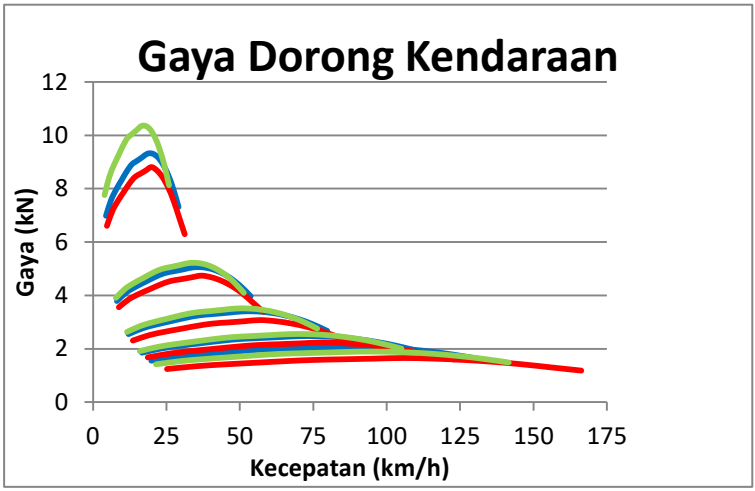
4.1.4 Perhitungan Gaya Dorong Kendaraan

Pada gambar 4.14 berikut menunjukan besarnya gaya dorong yang dihasilkan kendaraan pada masing-masing tingkatan transmisi. Dalam melakukan perhitungan gaya dorong menggunakan rumus 2.14, $F_t = \frac{ig\ x\ it\ x\ Me\ x\ \eta t}{R}$ nilai rasio gigi (it), rasio gardan (ig), torsi mesin (Me), jari-jari roda (r). Sedangkan efisiensi transmisi (η_t) diperoleh dari perhitungan efisiensi setiap komponen transmisi, yaitu bantalan dan gear. Untuk setiap tingkat kecepatan terdapat 2 pasang gear yang bersinggungan dan menghasilkan

95% efisiensi untuk setiap pasangnya. Kemudian setiap bantalan menghasilkan 98% efisiensi. Efisiensi total transmisi adalah nilai perkalian antara setiap efisiensi pada komponennya, yaitu:
ηt = 95% x 95% x 98% x 98% x 98% x 98% x 98% x 98% = 0.79

Sehingga dari hasil perkalian tersebut didapatkan nilai efisiensi transmisi secara keseluruhan (η_t) sebesar 79%

.



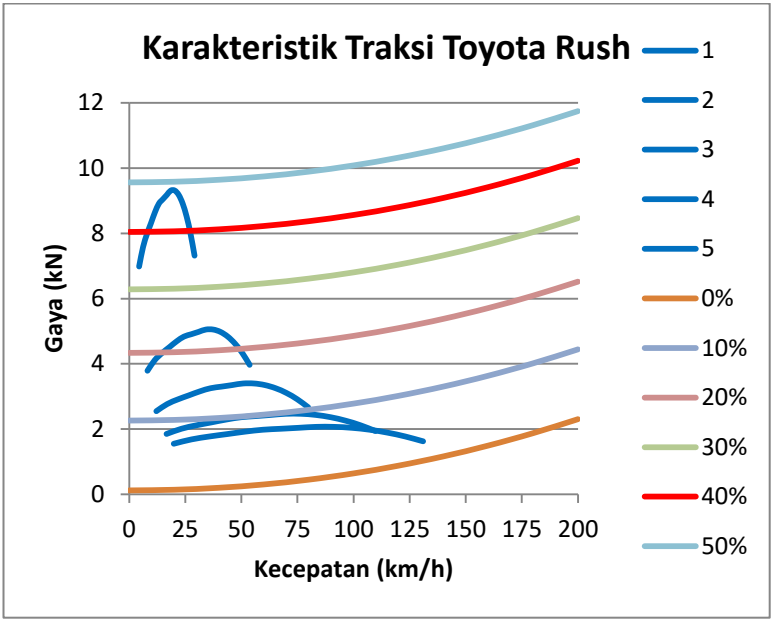
Gambar 4.14. *Gaya Dorong kendaraan Totoya Rush TRD Sportivo, Mitsubishi Xpander Sport dan Daihatsu New Terios X*

Setelah semua variable rumus gaya dorong didapatkan, kemudian dilakukan perhitungan gaya dorong pada masing-masing tingkat kecepatan, mulai dari gigi 1 sampai dengan gigi ke 5 pada range putaran mesin 1000 sampai dengan 6600 dengan Δrpm sebesar 400. Sehingga dihasilkan data gaya dorong terhadap kecepatan kendaraan..

4.2 Karakteristik Traksi Kendaraan

Setelah melakukan perhitungan gaya hambat total dan gaya dorong kendaraan, kedua grafik diplotkan menjadi satu sehingga didapatkan gambar 4.15. Berdasarkan grafik berikut,

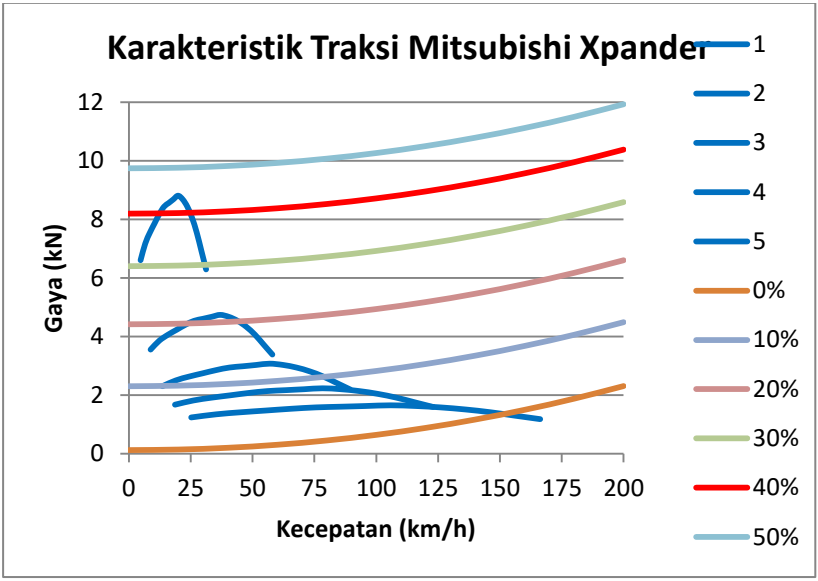
dapat diperoleh beberapa informasi mengenai kinerja yang mampu dihasilkan oleh kendaraan Toyota Rush seperti traksi yang dihasilkan kendaraan, kecepatan maksimum yang mampu ditempuh, serta tanjakan maksimum yang mampu dilalui pada masing-masing tingkat kecepatan.



Gambar 4.15. *Karakteristik Traksi Toyota Rush*

Pada grafik 4.15 terlihat bahwa pada tingkat gigi pertama, traksi maksimum yang mampu dicapai kendaraan sebesar 9,31 kN pada putaran *engine* 4600 rpm sehingga kendaraan ini memiliki *gradeability* 40%(21,8°). Untuk tingkat gigi ke-dua, nilai traksi maksimum yang dapat dicapai kendaraan sebesar 5,05 kN pada putaran *engine* 4600 rpm, 3,39 kN untuk tingkat gigi ke-tiga, 2,47 kN untuk tingkat gigi ke-empat, dan 2,07 kN untuk tingkat gigi

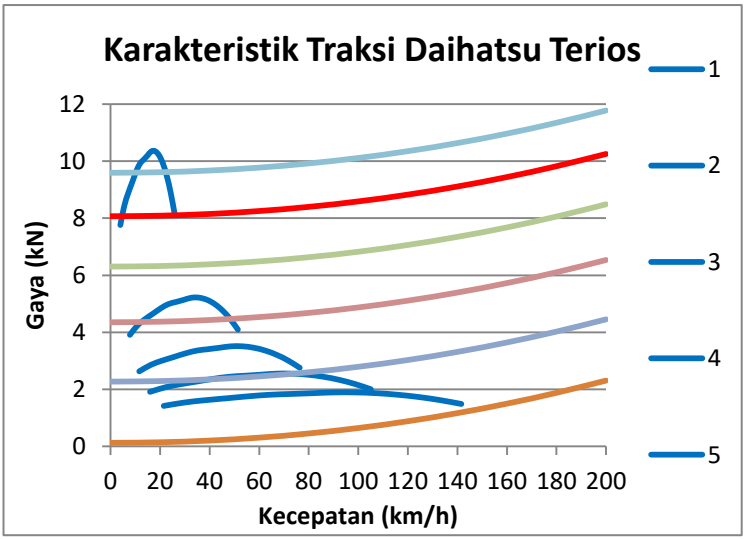
ke-lima dengan kecepatan maksimum sebesar 130,98 km/jam. Pada kecepatan 20,29 km/jam saat perpindahan tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua terjadi loses traksi sebesar 4,58 kN, pada kecepatan 37,41 km/jam, saat perpindahan tingkat gigi ke dua menuju tingkat gigi ke 3 terjadi loses traksi sebesar 1,8 kN, kemudian pada kecepatan 55,60 km/jam saat perpindahan tingkat gigi ke3 menuju tingkat gigi ke 4 terjadi losses traksi sebesar 1,03 kN, lalu terakhir pada kecepatan 76,5 km/jam saat perpindahan tingkat gigi ke 4 menuju tingkat gigi ke 5 terjadi losses traksi sebesar 0,43 kN.



Gambar 4.16. *Karakteristik Traksi Mitsubishi Xpander*

Berdasarkan grafik diatas, dapat diperoleh beberapa informasi mengenai kinerja yang mampu dihasilkan oleh kendaraan Mitsubishi Xpander seperti traksi yang dihasilkan kendaraan, kecepatan maksimum yang mampu ditempuh, serta tanjakan maksimum yang mampu dilalui pada masing-masing

tingkat kecepatan. Pada grafik 4.16 terlihat bahwa pada tingkat gigi pertama, traksi maksimum yang mampu dicapai kendaraan sebesar 8,8 kN pada putaran *engine* 4200 rpm sehingga kendaraan ini memiliki *gradeability* 40%(21,8°). Untuk tingkat gigi ke-dua, nilai traksi maksimum yang dapat dicapai kendaraan sebesar 4,74 kN pada putaran *engine* 4200 rpm, 3,07 kN untuk tingkat gigi ke-tiga, 2,23 kN untuk tingkat gigi ke-empat, dan 1,65 kN untuk tingkat gigi ke-lima dengan kecepatan maksimum sebesar 166,28 km/jam. Pada kecepatan 19,87 km/jam saat perpindahan tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua terjadi loses traksi sebesar 4,5 kN, pada kecepatan 36,92 km/jam, saat perpindahan tingkat gigi ke dua menuju tingkat gigi ke 3 terjadi loses traksi sebesar 1,89 kN, kemudian pada kecepatan 56,91 km/jam saat perpindahan tingkat gigi ke3 menuju tingkat gigi ke 4 terjadi losses traksi sebesar 0,94 kN, lalu terakhir pada kecepatan 78,29 km/jam saat perpindahan tingkat gigi ke 4 menuju tingkat gigi ke 5 terjadi losses traksi sebesar 0,65 kN.



Gambar 4.17. *Karakteristik Traksi Daihatsu Terios*

Dari grafik diatas, dapat diperoleh beberapa informasi mengenai kinerja yang mampu dihasilkan oleh kendaraan Daihatsu Terios seperti traksi yang dihasilkan kendaraan, kecepatan maksimum yang mampu ditempuh, serta tanjakan maksimum yang mampu dilalui pada masing-masing tingkat kecepatan.

Pada grafik 4.17 terlihat bahwa pada tingkat gigi pertama, traksi maksimum yang mampu dicapai kendaraan sebesar 10,34 kN pada putaran *engine* 4600 rpm sehingga kendaraan ini memiliki *gradeability* 50%(26,56°). Untuk tingkat gigi ke-dua, nilai traksi maksimum yang dapat dicapai kendaraan sebesar 5,21 kN pada putaran *engine* 4600 rpm, 3,50 kN untuk tingkat gigi ke-tiga, 2,54 kN untuk tingkat gigi ke-empat, dan 1,89 kN untuk tingkat gigi ke-lima dengan kecepatan maksimum sebesar 141,58 km/jam. Pada kecepatan 18,03 km/jam saat perpindahan tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua terjadi loses traksi sebesar 5,69 kN, pada kecepatan 35,80 km/jam, saat perpindahan tingkat gigi ke dua menuju tingkat gigi ke 3 terjadi loses traksi sebesar 1,86 kN, kemudian pada kecepatan 53,21 km/jam saat perpindahan tingkat gigi ke3 menuju tingkat gigi ke 4 terjadi losses traksi sebesar 1,07 kN, lalu terakhir pada kecepatan 73,22 km/jam saat perpindahan tingkat gigi ke 4 menuju tingkat gigi ke 5 terjadi losses traksi sebesar 0,71 kN.

Dari ketiga grafik karakteristik yang telah didapat terlihat bahwa hanya Daihatsu Terios yang mampu melalui jalan tanjakan dengan gradeabiity 50%, sedangkan Toyota Rush dan Mitsubishi Xpander hanya mampu pada gradeability 40%. Untuk dapat melalui jalan menanjak dengan gradeability 60% ketiga mobil perlu menaikan traksi maksimal pada tingkat gigi pertama, terutama untuk Xpander yang memiliki traksi maksimum paling rendah. Tentu saja jika hanya traksi maksimum pada tingkat gigi pertama yang dinaikan kendaraan akan mengalami *losses* traksi saat melakukan perpindahan gigi ketingkat berikutnya, oleh

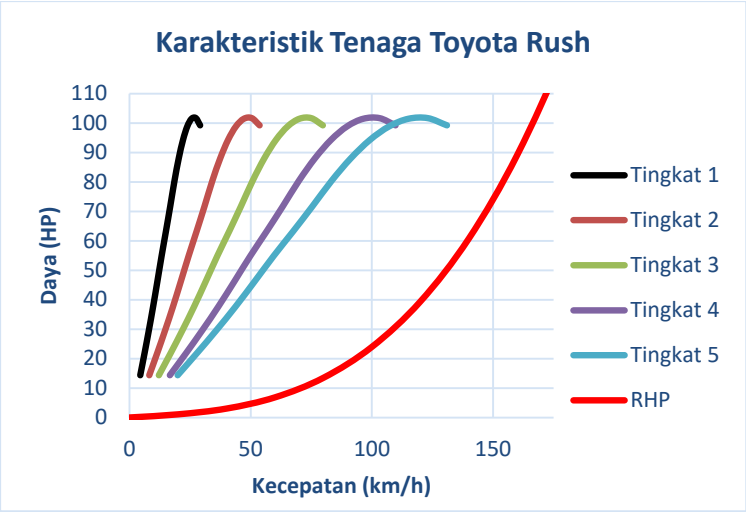
karena itu dari grafik pun terlihat bahwa ketiga kendaraan perlu mengoptimalkan traksi pada tiga tingkat transmisi awal.

Untuk kecepatan maksimal yang mampu dicapai kendaraan Xpander memiliki kemampuan terbesar dan Terios memiliki kecepatan maksimum terkecil. Dalam hal ini dengan melihat rumus 2.14

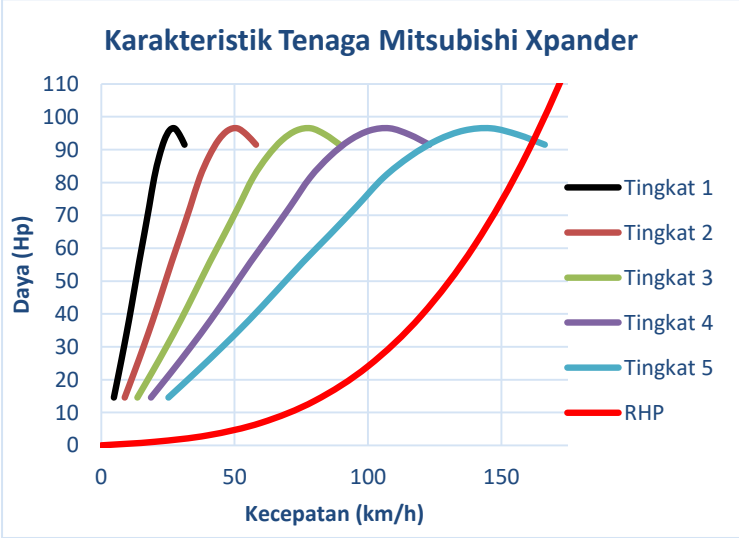
$V_k = \frac{ne}{ik \times ig} \; x \; \frac{\pi}{30} \; x$ r, dimana kecepatan maksimal pada tiap tingkat transmisi berbanding terbalik dengan rasio gardan dan rasio transmisi maka jika mengoptimalkan traksi maksimal pada tingkat gigi lima maka kecepatan maksimal kendaraan pun akan berkurang, oleh karena itu sebaiknya pada tingkat gigi ke empat dan kelima diminimalisir penambahan rasio transmisi dan rasio gardannya.

4.3 Karakteristik Tenaga Kendaraan

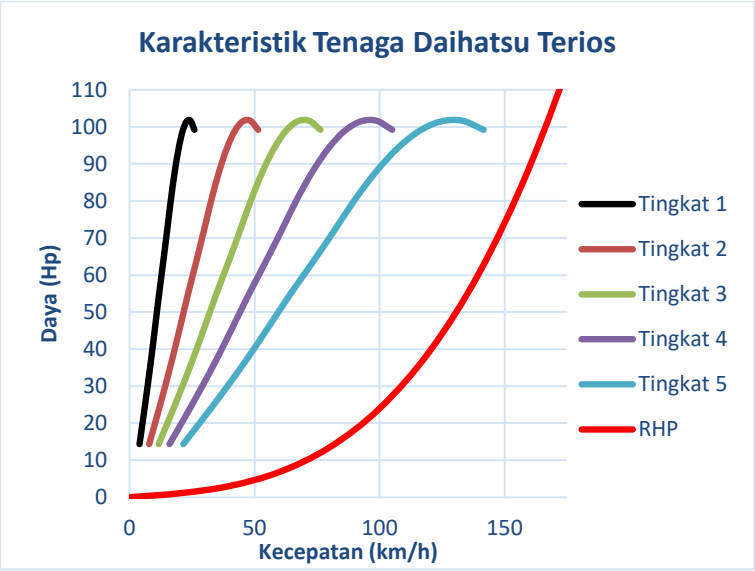
Ketiga grafik dibawah ini merupakan grafik karakteristik tenaga terhadap kecepatan yang dihasilkan, dimana warna garis selain merah merupakan tenaga (*power*) yang dihasilkan pada setiap tingkat transmisinya dengan menggunakan rumus, P = $\frac{Ne \; x \; Me \; x \; \pi}{30}$. Sedangkan garis berwarna merah merupakan *road load horsepower* (Rhp), yaitu tenaga yang diperlukan oleh kendaraan ketika melaju pada kecepatan tertentu. Rhp didapatkan dari penjumlahan gaya hambat aerodinamis (R_a) dan gaya hambat *rolling* (R_r) dikalikan dengan kecepatan kendaraan tersebut, diperoleh menggunakan persamaan 2.24, yaitu, Rhp = $\frac{Fr \; x \; Vk}{375}$, sedangkan Fr = Rr + Ra.



Gambar 4.18. *Karakteristik Tenaga Toyota Rush*



Gambar 4.19. *Karakteristik Tenaga Mitsubishi Xpander*



Gambar 4.20. *Karakteristik Tenaga Daihatsu Terios*

Mengacu pada grafik diatas, trendline garis nilai Rhp semakin besar dengan bertambahnya kecepatan yang ditempuh oleh kendaraan. Hal ini dikarenakan oleh gaya hambat yang terjadi pada kendaraan semakin besar seiring dengan bertambahnya kecepatan kendaraan.

Dari grafik diatas didapatkan bahwa karakteristik dari ketiga kendaraan pada setiap desain tingkat transmisi terhadap power yang dihasilkan mempunyai nilai yang sama dengan grafik karakteristik traksi kendaraan pada setiap tingkat transmisi. Dari spesifikasi kendaraan Toyota rush dan Daihatsu Terios memiliki daya maksimum yang sama dan Mitsubishi dibawah keduanya sesuai dengan grafik yang didapat. Pada tingkat gigi lima Rush dan Terios perlu dioptimalkan hingga mencapai batas Rhp yang diperlukan agar dapat mencapai kecepatan maksimal yang lebih besar sedangkan Xpander untuk mencapai kecepatan maksimal

yang lebih besar perlu ditambah daya maksimal yang dapat dicapai.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

`

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa yang telakh dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan penelitian sebagai berikut,

1. Toyota Rush mampu menempuh kecepatan maksimum sebesar 130,98 km/jam, Mitsubishi Xpander mampu menempuh kecepatan maksimum sebesar 166,28 km/jam, dan Daihatsu Terios mampu menempuh kecepatan maksimum sebesar 141,58 km/jam pada tingkat gigi terakhirnya.
2. Toyota Rush dan Mitsubishi Xpander mampu melaju pada jalan yang memiliki *gradeability* 40% sedangkan Daihatsu Terios mampu melewati jalan dengan *gradeability* 50%.
3. Traksi maksimum yang mampu dicapai oleh Toyota Rush adalah 9,31 kN pada putaran 4600 rpm pada tingkat gigi pertama, Mitsubishi Xpander mencapai 8,8 kN pada putaran 4200 rpm pada tingkat gigi pertama, dan Daihatsu Terios mencapai 10,36 kN pada putaran 4600 rpm pada tingkat gigi pertama.
4. Toyota Rush dan Daihatsu Terios memiliki daya maksimum yang sama dan Mitsubishi Xpander dibawah keduanya. Pada tingkat gigi lima Rush dan Terios perlu dioptimalkan hingga mencapai batas Rhp yang diperlukan agar dapat mencapai kecepatan maksimal yang lebih besar sedangkan Xpander untuk mencapai kecepatan maksimal yang lebih besar perlu ditambah daya maksimal yang dapat dicapai.
5. Perlu peningkatan gaya dorong dan pengurangan losses terutama pada tiga tingkat transmisi awal. Diperlukanya peningkatan gaya dorong tersebut agar memungkinkan kendaraan untuk melalui jalan tanjak dengan *gradeability* yang lebih besar. Tetapi, dengan meningkatkan rasio

transmisi dan jumlah tingkat transmisi, perlu diperhatikan hal-hal lainnya, seperti dimensi gear, dimensi poros, dan dimensi *transmission case*. Selain itu perlu juga diperhatikan efisiensi biaya terhadap performa yang ditingkatkan.

5.2 Saran

Setelah dilakukan analisa pada tugas akhir ini saran agar tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik adalah, perlu dilakukan analisa perhitungan menggunakan efisiensi aktual yang dapat ditentukan menggunakan pengujian dyno test pada kendaraan agar karakteristik traksi hasil perhitungan mendekati karakteristik traksi kendaraan pada kondisi aktual.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

[1] Angga, Nyoman A.K 2018. Analisa karakteristik traksi serta redesign rasio transmisi pada mobil mitsubishi strada triton GLX. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya

[2] Daihatsu (2019). Spesifikasi produk Daihatsu Terios diakses pada https://daihatsu.co.id/product/allnewterios

[3] Motor, Mitsubishi (2019). Spesifikasi produk Mitsubishi Xpander. Diakses pada https://www.mitsubishi-motors.co.id/our-cars/xpander

[4] Siregar M. Anggi. 2018. Analisis kinerja traksi dan *redesign* transmisi *armored personnel carrier* komodo 4x4. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya

[5] Sutantra, I N., Sampurno, B. 2015. Teknologi Otomotif Edisi Kedua. Guna Widya : Surabaya.

[6] Sutantra, I N. 2010. Teknologi Otomotif Hybrid Edisi Pertama. Guna Widya : Surabaya.

[7] Taborek, J. J. 1957. Mechanics of Vehicles. Penton Publishing Co : Ohio.

[8] Toyota, Astra. (2019). Spesifikasi produk Toyota Rush. Diakses pada https://www.toyota.astra.co.id/product/all-new-rush

[9] Wardana, N. Y. 2016. Analisis Karakteristik Traksi Serta Redesign Rasio Transmisi Mobil Toyota Fortuner 4.0 V6 SR (AT 4X4). Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Spesifikasi Kend araan

Dimensi	**Rush**	**Xpander**	**Terios**
P x L x T (mm)	4435x1695x1705	4475x1750x1700	4435x1695x1705
Jarak Poros Roda	2685	2775	2685
Berat (Kg)	1256	1280	1260
Ground Clearence	220	205	220
Radius Putar (m)	5.2	5.2	5.2
Ukuran Ban	215 / 60 R17	205/55 R16	215/65 R16
Transmisi			
Gear Ratio 1st	3.769	3.818	4.059
Gear Ratio 2nd	2.045	2.055	2.045
Gear Ratio 3rd	1.376	1.333	1.376
Gear Ratio 4th	1.000	0.969	1.000
Gear Ratio 5th	0.838	0.717	0.742
Gear Ratio reverse	4.128	3.500	4.128
Gear Ratio final	5.571	4.812	5.571
Isi Silinder (cc)	1496	1499	1496
Bore X Stroke	72.5 x 90.6	75 x 84.8	72.5x90.6
Daya Maks	104/6000	104/6000	104/6000
Torsi Maks	13.9/4200	14.1/4000	13.9/4200

Lampiran 1. Tabel perhitungan gaya hambat

Toyota Rush

v (km/jam)	v (m/s)	Af (m2)	Cd	ρ (kg/m3)	Ra (kN)	Rr (kN)	fr	W (N)
0	0,000	2,196	0,440	1,230	0,000	0,123	0,010	12321,360
20	5,556	2,196	0,440	1,230	0,018	0,124	0,010	12321,360
40	11,111	2,196	0,440	1,230	0,073	0,129	0,011	12321,360
60	16,667	2,196	0,440	1,230	0,165	0,140	0,011	12321,360
80	22,222	2,196	0,440	1,230	0,293	0,158	0,013	12321,360
100	27,778	2,196	0,440	1,230	0,458	0,185	0,015	12321,360
120	33,333	2,196	0,440	1,230	0,660	0,220	0,018	12321,360
140	38,889	2,196	0,440	1,230	0,899	0,266	0,022	12321,360
160	44,444	2,196	0,440	1,230	1,174	0,323	0,026	12321,360
180	50,000	2,196	0,440	1,230	1,485	0,391	0,032	12321,360
200	55,556	2,196	0,440	1,230	1,834	0,472	0,038	12321,360

Θ	sinΘ	Rg (N)	Rg (kN)
0%	0,000	0,000	0,000
10%	0,174	2139,582	2,140

20%	0,342	4214,153	4,214
30%	0,500	6160,680	6,161
40%	0,643	7920,018	7,920
50%	0,766	9438,709	9,439
60%	0,866	10670,611	10,671

	Gaya Hambat Total (kN)					
0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
0,123	2,263	4,337	6,284	8,043	9,562	10,794
0,143	2,282	4,357	6,303	8,063	9,581	10,813
0,203	2,342	4,417	6,363	8,123	9,642	10,873
0,305	2,445	4,520	6,466	8,225	9,744	10,976
0,452	2,591	4,666	6,613	8,372	9,891	11,122
0,643	2,783	4,857	6,804	8,563	10,082	11,314
0,881	3,020	5,095	7,041	8,801	10,319	11,551
1,165	3,304	5,379	7,325	9,085	10,603	11,835
1,496	3,636	5,710	7,657	9,416	10,935	12,167
1,876	4,016	6,090	8,037	9,796	11,315	12,547
2,305	4,445	6,520	8,466	10,225	11,744	12,976

Mitsubishi Xpander

v (km/jam)	v (m/s)	Af (m2)	Cd	ρ (kg/m3)	Ra (kN)	Rr (kN)	fr	W (N)
0	0,000	2,192	0,440	1,230	0,000	0,126	0,010	12556,80
20	5,556	2,192	0,440	1,230	0,018	0,127	0,010	12556,80
40	11,111	2,192	0,440	1,230	0,073	0,132	0,011	12556,80
60	16,667	2,192	0,440	1,230	0,165	0,143	0,011	12556,80
80	22,222	2,192	0,440	1,230	0,293	0,162	0,013	12556,80
100	27,778	2,192	0,440	1,230	0,458	0,188	0,015	12556,80
120	33,333	2,192	0,440	1,230	0,659	0,225	0,018	12556,80
140	38,889	2,192	0,440	1,230	0,897	0,271	0,022	12556,80
160	44,444	2,192	0,440	1,230	1,172	0,329	0,026	12556,80
180	50,000	2,192	0,440	1,230	1,483	0,398	0,032	12556,80
200	55,556	2,192	0,440	1,230	1,831	0,481	0,038	12556,80

Θ	sinΘ	Rg (N)	Rg (kN)
0%	0,000	0,000	0,000
10%	0,174	2180,465	2,180
20%	0,342	4294,679	4,295

30%	0,500	6278,400	6,278
40%	0,643	8071,355	8,071
50%	0,766	9619,067	9,619
60%	0,866	10874,508	10,875

Gaya Hambat Total (kN)						
0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
0,126	2,306	4,420	6,404	8,197	9,745	11,000
0,145	2,325	4,440	6,423	8,216	9,764	11,020
0,205	2,386	4,500	6,484	8,276	9,824	11,080
0,308	2,488	4,603	6,586	8,379	9,927	11,182
0,454	2,635	4,749	6,733	8,526	10,073	11,329
0,646	2,826	4,941	6,924	8,717	10,265	11,520
0,884	3,064	5,178	7,162	8,955	10,503	11,758
1,168	3,349	5,463	7,447	9,239	10,787	12,043
1,500	3,681	5,795	7,779	9,572	11,119	12,375
1,881	4,062	6,176	8,160	9,953	11,500	12,756
2,311	4,492	6,606	8,590	10,383	11,930	13,186

Daihatsu Terios

v (km/jam)	v (m/s)	Af (m2)	Cd	ρ (kg/m3)	Ra (kN)	Rr (kN)	fr	W (N)
0	0,000	2,196	0,440	1,230	0,000	0,124	0,010	12360,60
20	5,556	2,196	0,440	1,230	0,018	0,125	0,010	12360,60
40	11,111	2,196	0,440	1,230	0,073	0,130	0,011	12360,60
60	16,667	2,196	0,440	1,230	0,165	0,141	0,011	12360,60
80	22,222	2,196	0,440	1,230	0,293	0,159	0,013	12360,60
100	27,778	2,196	0,440	1,230	0,458	0,185	0,015	12360,60
120	33,333	2,196	0,440	1,230	0,660	0,221	0,018	12360,60
140	38,889	2,196	0,440	1,230	0,899	0,267	0,022	12360,60
160	44,444	2,196	0,440	1,230	1,174	0,324	0,026	12360,60
180	50,000	2,196	0,440	1,230	1,485	0,392	0,032	12360,60
200	55,556	2,196	0,440	1,230	1,834	0,473	0,038	12360,60

%	sinϴ	Rg (N)	Rg (kN)
0	0,000	0,000	0,000
10	0,174	2146,396	2,146

20	0,342	4227,574	4,228
30	0,500	6180,300	6,180
40	0,643	7945,241	7,945
50	0,766	9468,769	9,469
60	0,866	10704,594	10,705

Gaya Hambat Total (kN)						
0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
0,124	2,270	4,351	6,304	8,069	9,592	10,828
0,143	2,289	4,371	6,323	8,088	9,612	10,848
0,203	2,350	4,431	6,384	8,148	9,672	10,908
0,306	2,452	4,533	6,486	8,251	9,775	11,010
0,452	2,599	4,680	6,633	8,398	9,921	11,157
0,644	2,790	4,871	6,824	8,589	10,113	11,348
0,881	3,028	5,109	7,062	8,826	10,350	11,586
1,165	3,312	5,393	7,346	9,111	10,634	11,870
1,497	3,644	5,725	7,678	9,443	10,966	12,202
1,878	4,024	6,105	8,058	9,823	11,346	12,582
2,307	4,453	6,535	8,487	10,252	11,776	13,012

Lampiran 2.Tabel perhitungan Karakteristik Traksi

Toyota Rush

Tingkat gigi ke-1								
Titik Analisa ke-	Ne (rpm)	Te (Nm)	lt	lg	R (m)	Eff	Ft [kN]	Vk (m/s)
1	1000	102,234	3,769	5,571	0,2459	0,8	6,983731	1,225766
2	1400	110,997	3,769	5,571	0,2459	0,8	7,582336	1,716073
3	1800	116,839	3,769	5,571	0,2459	0,8	7,981407	2,206379
4	2200	121,708	3,769	5,571	0,2459	0,8	8,313965	2,696686
5	2600	126,576	3,769	5,571	0,2459	0,8	8,646524	3,186992
6	3000	130,470	3,769	5,571	0,2459	0,8	8,912571	3,677298
7	3400	132,418	3,769	5,571	0,2459	0,8	9,045594	4,167605
8	3800	134,365	3,769	5,571	0,2459	0,8	9,178618	4,657911
9	4200	136,312	3,769	5,571	0,2459	0,8	9,311611	5,148218
10	4600	136,312	3,769	5,571	0,2459	0,8	9,311641	5,638524
11	5000	134,365	3,769	5,571	0,2459	0,8	9,178618	6,128831

12	5400	130,470	3,769	5,571	0,2459	0,8	8,912571	6,619137
13	5800	124,629	3,769	5,571	0,2459	0,8	8,5135	7,109444
14	6200	116,839	3,769	5,571	0,2459	0,8	7,981407	7,59975
15	6600	107,103	3,769	5,571	0,2459	0,8	7,316289	8,090057
Tingkat gigi ke-2								
1	1000	102,234	2,045	5,571	0,2459	0,8	3789,262	2,259126
2	1400	110,997	2,045	5,571	0,2459	0,8	4114,056	3,162776
3	1800	116,839	2,045	5,571	0,2459	0,8	4330,585	4,066427
4	2200	121,708	2,045	5,571	0,2459	0,8	4511,027	4,970077
5	2600	126,576	2,045	5,571	0,2459	0,8	4691,468	5,873728
6	3000	130,470	2,045	5,571	0,2459	0,8	4835,82	6,777378
7	3400	132,418	2,045	5,571	0,2459	0,8	4907,997	7,681028
8	3800	134,365	2,045	5,571	0,2459	0,8	4980,173	8,584679
9	4200	136,312	2,045	5,571	0,2459	0,8	5052,334	9,488329
10	4600	136,312	2,045	5,571	0,2459	0,8	5052,35	10,39198
11	5000	134,365	2,045	5,571	0,2459	0,8	4980,173	11,29563
12	5400	130,470	2,045	5,571	0,2459	0,8	4835,82	12,19928

13	5800	124,629	2,045	5,571	0,2459	0,8	4619,291	13,10293
14	6200	116,839	2,045	5,571	0,2459	0,8	4330,585	14,00658
15	6600	107,103	2,045	5,571	0,2459	0,8	3969,703	14,91023

Tingkat gigi ke-3								
Titik Analisa ke-	Ne (rpm)	Te (Nm)	lt	lg	R (m)	Eff	Ft [kN]	Vk (m/s)
1	1000	102,234	1,376	5,571	0,2459	0,8	2,549645	3,357495
2	1400	110,997	1,376	5,571	0,2459	0,8	2,768186	4,700493
3	1800	116,839	1,376	5,571	0,2459	0,8	2,91388	6,04349
4	2200	121,708	1,376	5,571	0,2459	0,8	3,035292	7,386488
5	2600	126,576	1,376	5,571	0,2459	0,8	3,156704	8,729486
6	3000	130,470	1,376	5,571	0,2459	0,8	3,253833	10,07248
7	3400	132,418	1,376	5,571	0,2459	0,8	3,302398	11,41548
8	3800	134,365	1,376	5,571	0,2459	0,8	3,350963	12,75848
9	4200	136,312	1,376	5,571	0,2459	0,8	3,399516	14,10148
10	4600	136,312	1,376	5,571	0,2459	0,8	3,399527	15,44448
11	5000	134,365	1,376	5,571	0,2459	0,8	3,350963	16,78747
12	5400	130,470	1,376	5,571	0,2459	0,8	3,253833	18,13047
13	5800	124,629	1,376	5,571	0,2459	0,8	3,108139	19,47347
14	6200	116,839	1,376	5,571	0,2459	0,8	2,91388	20,81647

15	6600	107,103	1,376	5,571	0,2459	0,8	2,671057	22,15946
Tingkat gigi ke-4								
1	1000	102,234	1	5,571	0,2459	0,8	1,85294	4,619913
2	1400	110,997	1	5,571	0,2459	0,8	2,011763	6,467878
3	1800	116,839	1	5,571	0,2459	0,8	2,117646	8,315843
4	2200	121,708	1	5,571	0,2459	0,8	2,205881	10,16381
5	2600	126,576	1	5,571	0,2459	0,8	2,294116	12,01177
6	3000	130,470	1	5,571	0,2459	0,8	2,364704	13,85974
7	3400	132,418	1	5,571	0,2459	0,8	2,399998	15,7077
8	3800	134,365	1	5,571	0,2459	0,8	2,435293	17,55567
9	4200	136,312	1	5,571	0,2459	0,8	2,470579	19,40363
10	4600	136,312	1	5,571	0,2459	0,8	2,470587	21,2516
11	5000	134,365	1	5,571	0,2459	0,8	2,435293	23,09956
12	5400	130,470	1	5,571	0,2459	0,8	2,364704	24,94753
13	5800	124,629	1	5,571	0,2459	0,8	2,258822	26,79549
14	6200	116,839	1	5,571	0,2459	0,8	2,117646	28,64346
15	6600	107,103	1	5,571	0,2459	0,8	1,941175	30,49142

Tingkat gigi ke-5								
Titik Analisa ke-	Ne (rpm)	Te (Nm)	lt	lg	R (m)	Eff	Ft [kN]	Vk (m/s)
1	1000	102,234	0,838	5,571	0,2459	0,8	1,552764	5,513022
2	1400	110,997	0,838	5,571	0,2459	0,8	1,685858	7,718231
3	1800	116,839	0,838	5,571	0,2459	0,8	1,774587	9,92344
4	2200	121,708	0,838	5,571	0,2459	0,8	1,848528	12,12865
5	2600	126,576	0,838	5,571	0,2459	0,8	1,922469	14,33386
6	3000	130,470	0,838	5,571	0,2459	0,8	1,981622	16,53907
7	3400	132,418	0,838	5,571	0,2459	0,8	2,011199	18,74428
8	3800	134,365	0,838	5,571	0,2459	0,8	2,040775	20,94948
9	4200	136,312	0,838	5,571	0,2459	0,8	2,070345	23,15469
10	4600	136,312	0,838	5,571	0,2459	0,8	2,070352	25,3599
11	5000	134,365	0,838	5,571	0,2459	0,8	2,040775	27,56511
12	5400	130,470	0,838	5,571	0,2459	0,8	1,981622	29,77032
13	5800	124,629	0,838	5,571	0,2459	0,8	1,892893	31,97553

14	6200	116,839	0,838	5,571	0,2459	0,8	1,774587	34,18074
15	6600	107,103	0,838	5,571	0,2459	0,8	1,626705	36,38595

Mitsubishi Xpander

Tingkat gigi ke-1								
Titik Analisa ke-	Ne (rpm)	Te (Nm)	Lt	lg	R (m)	Eff	Ft [kN]	Vk (m/s)
1	1000	103,7053	3,818	4,812	0,2307	0,8	6,60701	1,3143
2	1400	112,5944	3,818	4,812	0,2307	0,8	7,173326	1,84002
3	1800	118,5204	3,818	4,812	0,2307	0,8	7,550869	2,36574
4	2200	123,4587	3,818	4,812	0,2307	0,8	7,865489	2,89146
5	2600	128,3971	3,818	4,812	0,2307	0,8	8,180108	3,41718
6	3000	132,3477	3,818	4,812	0,2307	0,8	8,431804	3,942899
7	3400	134,3231	3,818	4,812	0,2307	0,8	8,557651	4,468619
8	3800	136,2984	3,818	4,812	0,2307	0,8	8,683499	4,994339
9	4200	138,2738	3,818	4,812	0,2307	0,8	8,809347	5,520059
10	4600	136,2984	3,818	4,812	0,2307	0,8	8,683499	6,045779
11	5000	132,3477	3,818	4,812	0,2307	0,8	8,431804	6,571499
12	5400	126,4217	3,818	4,812	0,2307	0,8	8,05426	7,097219
13	5800	118,5204	3,818	4,812	0,2307	0,8	7,550869	7,622939

14	6200	108,6437	3,818	4,812	0,2307	0,8	6,92163	8,148659
15	6600	98,76698	3,818	4,812	0,2307	0,8	6,292391	8,674379
Tingkat gigi ke-2								
1	1000	103,7053	2,055	4,812	0,2307	0,8	3,55615	2,441848
2	1400	112,5944	2,055	4,812	0,2307	0,8	3,86097	3,418587
3	1800	118,5204	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,06417	4,395326
4	2200	123,4587	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,23352	5,372065
5	2600	128,3971	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,40286	6,348804
6	3000	132,3477	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,53833	7,325543
7	3400	134,3231	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,60607	8,302282
8	3800	136,2984	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,67380	9,279021
9	4200	138,2738	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,74154	10,25576
10	4600	136,2984	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,67380	11,2325
11	5000	132,3477	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,53833	12,20924
12	5400	126,4217	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,33512	13,18598
13	5800	118,5204	2,055	4,812	0,2307	0,8	4,06417	14,16272
14	6200	108,6437	2,055	4,812	0,2307	0,8	3,72549	15,13945

15	6600	98,76698	2,055	4,812	0,2307	0,8	3,38681	16,11619

Tingkat gigi ke-1								
Titik Analisa ke-	Ne (rpm)	Te (Nm)	lt	lg	R (m)	Eff	Ft [kN]	Vk (m/s)
1	1000	103,7053	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,30674	3,764439
2	1400	112,5944	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,50444	5,270214
3	1800	118,5204	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,63678	6,77599
4	2200	123,4587	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,74123	8,281765
5	2600	128,3971	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,85596	9,78754
6	3000	132,3477	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,94384	11,29332
7	3400	134,3231	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,98778	12,79909
8	3800	136,2984	1,333	4,812	0,2307	0,8	3,03171	14,30487
9	4200	138,2738	1,333	4,812	0,2307	0,8	3,07565	15,81064
10	4600	136,2984	1,333	4,812	0,2307	0,8	3,03171	17,31642
11	5000	132,3477	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,94384	18,82219
12	5400	126,4217	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,81203	20,32797
13	5800	118,5204	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,63628	21,83374
14	6200	108,6437	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,41658	23,33952

15	6600	98,7670	1,333	4,812	0,2307	0,8	2,19689	24,84529
Tingkat gigi ke-4								
1	1000	103,7053	0,969	4,812	0,2307	0,8	1,677	5,179
2	1400	112,594	0,969	4,812	0,2307	0,8	1,821	7,250
3	1800	118,52	0,969	4,812	0,2307	0,8	1,916	9,321
4	2200	123,459	0,969	4,812	0,2307	0,8	1,996	11,393
5	2600	128,397	0,969	4,812	0,2307	0,8	2,076	13,464
6	3000	132,348	0,969	4,812	0,2307	0,8	2,140	15,536
7	3400	134,323	0,969	4,812	0,2307	0,8	2,172	17,607
8	3800	136,298	0,969	4,812	0,2307	0,8	2,204	19,678
9	4200	138,274	0,969	4,812	0,2307	0,8	2,236	21,750
10	4600	136,298	0,969	4,812	0,2307	0,8	2,204	23,821
11	5000	132,348	0,969	4,812	0,2307	0,8	2,140	25,893
12	5400	126,422	0,969	4,812	0,2307	0,8	2,044	27,964
13	5800	118,52	0,969	4,812	0,2307	0,8	1,916	30,035
14	6200	108,644	0,969	4,812	0,2307	0,8	1,757	32,107
15	6600	98,767	0,969	4,812	0,2307	0,8	1,597	34,178

Tingkat gigi ke-5								
Titik Analisa ke-	Ne (rpm)	Te (Nm)	lt	lg	R (m)	Eff	Ft [kN]	Vk (m/s)
1	1000	103,7053	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,241	6,999
2	1400	112,594	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,347	9,798
3	1800	118,52	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,418	12,597
4	2200	123,459	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,477	15,397
5	2600	128,397	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,536	18,196
6	3000	132,348	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,583	20,996
7	3400	134,323	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,607	23,795
8	3800	136,298	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,631	26,595
9	4200	138,274	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,654	29,394
10	4600	136,298	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,631	32,194
11	5000	132,348	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,583	34,993
12	5400	126,422	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,513	37,792
13	5800	118,52	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,418	40,592
14	6200	108,644	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,300	43,391

15	6600	98,767	0,717	4,812	0,2307	0,8	1,182	46,191

Daihatsu Terios

Tingkat gigi ke-1								
Titik Analisa ke-	Ne (rpm)	Te (Nm)	lt	lg	R (m)	Eff	Ft [kN]	Vk (m/s)
1	1000	102,2343	4,059	5,570	0,2353	0,79	7,7603	1,0893
2	1400	110,9973	4,059	5,570	0,2353	0,79	8,4254	1,5251
3	1800	116,8392	4,059	5,570	0,2353	0,79	8,8689	1,9608
4	2200	121,7075	4,059	5,570	0,2353	0,79	9,2384	2,3965
5	2600	126,5758	4,059	5,570	0,2353	0,79	9,6079	2,8322
6	3000	130,4705	4,059	5,570	0,2353	0,79	9,9036	3,2680
7	3400	132,4178	4,059	5,570	0,2353	0,79	10,0514	3,7037
8	3800	134,3651	4,059	5,570	0,2353	0,79	10,1992	4,1394
9	4200	136,3124	4,059	5,570	0,2353	0,79	10,3470	4,5752
10	4600	136,3124	4,059	5,570	0,2353	0,79	10,3470	5,0109
11	5000	134,3651	4,059	5,570	0,2353	0,79	10,1992	5,4466
12	5400	130,4705	4,059	5,570	0,2353	0,79	9,9036	5,8823

13	5800	124,6285	4,059	5,570	0,2353	0,79	9,4601	6,3181
14	6200	116,8392	4,059	5,570	0,2353	0,79	8,8689	6,7538
15	6600	107,1026	4,059	5,570	0,2353	0,79	8,1298	7,1895
Tingkat gigi ke-2								
1	1000	102,2343	2,045	5,570	0,2353	0,79	3,9098	2,1621
2	1400	110,9973	2,045	5,570	0,2353	0,79	4,2449	3,0270
3	1800	116,8392	2,045	5,570	0,2353	0,79	4,4683	3,8918
4	2200	121,7075	2,045	5,570	0,2353	0,79	4,6545	4,7567
5	2600	126,5758	2,045	5,570	0,2353	0,79	4,8407	5,6215
6	3000	130,4705	2,045	5,570	0,2353	0,79	4,9896	6,4864
7	3400	132,4178	2,045	5,570	0,2353	0,79	5,0641	7,3512
8	3800	134,3651	2,045	5,570	0,2353	0,79	5,1385	8,2161
9	4200	136,3124	2,045	5,570	0,2353	0,79	5,2130	9,0809
10	4600	136,3124	2,045	5,570	0,2353	0,79	5,2130	9,9458
11	5000	134,3651	2,045	5,570	0,2353	0,79	5,1385	10,8107
12	5400	130,4705	2,045	5,570	0,2353	0,79	4,9896	11,6755
13	5800	124,6285	2,045	5,570	0,2353	0,79	4,7662	12,5404

14	6200	116,8392	2,045	5,570	0,2353	0,79	4,4683	13,4052
15	6600	107,1026	2,045	5,570	0,2353	0,79	4,0959	14,2701

Tingkat gigi ke-3								
Titik Analisa ke-	Ne (rpm)	Te (Nm)	lt	lg	R (m)	Eff	Ft [kN]	Vk (m/s)
1	1000	102,234	1,376	5,570	0,2353	0,79	2,6307	3,2133
2	1400	110,997	1,376	5,570	0,2353	0,79	2,8562	4,4987
3	1800	116,839	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,0065	5,7840
4	2200	121,708	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,1318	7,0693
5	2600	126,576	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,2571	8,3547
6	3000	130,470	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,3573	9,6400
7	3400	132,418	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,4074	10,9254
8	3800	134,365	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,4575	12,2107
9	4200	136,312	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,5076	13,4960
10	4600	136,312	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,5076	14,7814
11	5000	134,365	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,4575	16,0667
12	5400	130,470	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,3573	17,3520
13	5800	124,629	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,2070	18,6374
14	6200	116,839	1,376	5,570	0,2353	0,79	3,0065	19,9227

15	6600	107,103	1,376	5,570	0,2353	0,79	2,7560	21,2080
Tingkat gigi ke-4								
1	1000	102,2343	1	5,570	0,2353	0,79	1,9119	4,4216
2	1400	110,997	1	5,570	0,2353	0,79	2,0757	6,1902
3	1800	116,839	1	5,570	0,2353	0,79	2,1850	7,9588
4	2200	121,708	1	5,570	0,2353	0,79	2,2760	9,7274
5	2600	126,576	1	5,570	0,2353	0,79	2,3671	11,4960
6	3000	130,47	1	5,570	0,2353	0,79	2,4399	13,2647
7	3400	132,418	1	5,570	0,2353	0,79	2,4763	15,0333
8	3800	134,365	1	5,570	0,2353	0,79	2,5127	16,8019
9	4200	136,312	1	5,570	0,2353	0,79	2,5492	18,5705
10	4600	136,312	1	5,570	0,2353	0,79	2,5492	20,3392
11	5000	134,365	1	5,570	0,2353	0,79	2,5127	22,1078
12	5400	130,47	1	5,570	0,2353	0,79	2,4399	23,8764
13	5800	124,629	1	5,570	0,2353	0,79	2,3307	25,6450
14	6200	116,839	1	5,570	0,2353	0,79	2,1850	27,4136
15	6600	107,103	1	5,570	0,2353	0,79	2,0029	29,1823

Tingkat gigi ke-5								
Titik Analisa ke-	Ne (rpm)	Te (Nm)	lt	lg	R (m)	Eff	Ft [kN]	Vk (m/s)
1	1000	102,2343	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,4186	5,9590
2	1400	110,997	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,5402	8,3426
3	1800	116,839	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,6213	10,7261
4	2200	121,708	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,6888	13,1097
5	2600	126,576	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,7564	15,4933
6	3000	130,47	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,8104	17,8769
7	3400	132,418	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,8374	20,2605
8	3800	134,365	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,8645	22,6441
9	4200	136,312	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,8915	25,0277
10	4600	136,312	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,8915	27,4113
11	5000	134,365	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,8645	29,7949
12	5400	130,47	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,8104	32,1784
13	5800	124,629	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,7293	34,5620

14	6200	116,839	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,6213	36,9456
15	6600	107,103	0,742	5,570	0,2353	0,79	1,4862	39,3292

Lampiran 3. Tabel Perhitungan Karakteriskit Tenaga

Toyota Rush

v(mph)	Ra(N)	Rr(N)	Fr(lb)	RHP
0,000	0,000	123,214	27,69954	0
12,427	18,337	124,316	32,06969	1,062783
24,855	73,349	129,448	45,59062	3,021727
37,282	165,036	140,393	68,66319	6,82645
49,710	293,397	158,479	101,586	13,46615
62,137	458,433	184,820	144,6092	23,9616
74,565	660,144	220,395	197,953	39,36073
86,992	898,529	266,086	261,816	60,7357
99,419	1173,589	322,707	336,3809	89,18073
111,847	1485,323	391,013	421,8175	125,8105
124,274	1833,733	471,714	518,2854	171,7587

Mitsubishi Xpander

v(mph)	Ra(N)	Rr(N)	Fr(lb)	RHP
0,000	0,000	125,568	28,22883	0
12,427	18,306	126,691	32,59658	1,080244
24,855	73,222	131,921	46,11816	3,056692
37,282	164,750	143,076	69,20206	6,880025
49,710	292,889	161,508	102,1526	13,54126
62,137	457,640	188,352	145,2248	24,0636
74,565	659,001	224,606	198,6429	39,49791
86,992	896,974	271,171	262,6095	60,91975
99,419	1171,558	328,873	337,3105	89,42719
111,847	1482,753	398,485	422,9193	126,1391
124,274	1830,559	480,728	519,5983	172,1938

Daihatsu Terios

v(mph)	Ra(N)	Rr(N)	Fr(lb)	RHP
0,000	0,000	123,606	27,78775	0
12,427	18,337	124,712	32,15869	1,065732
24,855	73,349	129,860	45,6833	3,02787
37,282	165,036	140,840	68,7637	6,836443
49,710	293,397	158,984	101,6994	13,48119
62,137	458,433	185,409	144,7416	23,98352
74,565	660,144	221,097	198,1108	39,3921
86,992	898,529	266,934	262,0066	60,77989
99,419	1173,589	323,735	336,6119	89,24198
111,847	1485,323	392,258	422,0974	125,894
124,274	1833,733	473,217	518,6231	171,8706

BIODATA PENULIS

Aam Masgroana Anassi dilahirkan pada tanggal 05 Desember 1994 di kota Pemalang. Merupakan anak pertama dari pasangan Slamet Budiarto dan Marlinah. Memiliki seorang adik perempuan bernama Shatata Marlangen. Penulis tinggal di Surabaya sejak kecil dan memulai pendidikan TK Sepuluh Nopember Surabaya, kemudian SD Lukman Al-hakim Surabaya hingga kelas 2 dan melanjutkan kelas 3 hingga tamat SD di SDL Kebondalem I Pemalang, kemudian melanjutkan pendidikan SMP di SMPN 02 Pemalang dan menamatkan jenjang SMA di SMAN 01 Pemalang, pada akhirnya penulis melanjutkan pendidikannya pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dengan bidang studi Teknik Mesin melalui jalur SBMPTN.

Penulis mengambil bidang studi desain otomotif dengan tugas akhir seputar karakteristik traksi dan tenaga. Semasa di bangku perkuliahan, Penulis aktif dalam berorganisasi dan berbagai kepanitiaan kegiatan kemahasiswaan. Penulis pernah memegang jabatan pada MMC sebagai Wakil Ketua dan Sektretaris Umum.

Untuk informasi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, penulis dapat dihubungi melalui e-mail aamanassi94@gmail.com