



TUGAS AKHIR - TM 141585

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI
KONSTANTA PEGAS DAN MASSA ROLLER
CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT)
TERHADAP PEFORMA KENDARAAN HONDA VARIO
150 CC**

**IRVAN ILMY
NRP. 2110 100 038**

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

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT - TM 141585

**EXPERIMENTAL STUDY INFLUENCE OF VARIATION
SPRING CONTENTS AND MASS ROLLER CONTINUOUSLY
VARIABLE TRANSMISSION (CVT) ON HONDA VARIO 150
CC**

**IRVAN ILMY
NRP. 2110 100 038**

**Supervisor
Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc. PhD.**

**DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018**

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI
KONSTANTA PEGAS DAN MASSA ROLLER
CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT)
TERHADAP PEFORMA KENDARAAN HONDA
VARIO 150 CC**

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

**IRVAN ILMY
NRP. 2110 100 038**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. **Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc, PhD** (Pembimbing)
NIP. 195106051978031002
2. **Ir. Julendra B. Ariatedja, MT** (Penguji I)
NIP. 196807061999031004
3. **Dr. Agus Sigit Pramono, DEA** (Penguji II)
NIP. 196508101991021001
4. **Ahmad Syaifudin, ST, M.Eng, PhD** (Penguji III)
NIP. 197909262005011001

SURABAYA

JANUARI 2018

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI
KONSTANTA PEGAS DAN MASSA ROLLER
CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT)
TERHADAP PEFORMA KENDARAAN HONDA
VARIO 150 CC**

Nama Mahasiswa : Irvan Ilmy
NRP : 2110 100 038
Departemen : Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc.PhD.

ABSTRAK

Saat ini perkembangan dunia otomotif khususnya sepeda motor terus dikembangkan untuk mendapatkan kenyamanan dalam pengendalian. Produsen otomotif khususnya roda dua (sepeda motor) telah memproduksi kendaraan yang memakai sistem transmisi otomatis yang disebut dengan CVT (Continuously Variable Transmission) sistem. Sistem transmisi ini tidak menggunakan roda gigi namun memanfaatkan sistem pulley and belt. Tugas akhir ini menganalisa tentang komponen Continuously Variable Transmission yaitu pegas dan roller CVT. Banyaknya variasi pegas dan massa roller yang dijual dipasaran mengindikasikan bahwa pemilihan massa roller yang sesuai dapat memperbaiki performa dari kendaraan standart. Dan ini yang mendasari terlaksananya tugas akhir kali ini.

Tujuan dari tugas akhir ini untuk membandingkan nilai gaya dorong, kecepatan maksimum, percepatan maksimum kendaraan yang dihasilkan masing-masing pegas dan roller CVT, dan mencari pegas dan roller CVT terbaik untuk performa kendaraan. Pengujian ini menggunakan empat pegas CVT dan empat roller CVT dengan nilai konstanta dan berat yang berbeda.

Pengujian dilakukan dengan memasang masing-masing pegas dan roller CVT pada kendaraan dan mengambil data melalui proses dynotest. Pengujian menggunakan alat dynotest ini menghasilkan nilai daya, torsi, dan putaran mesin yang dihasilkan kendaraan. Dari data tersebut akan dikonversi menjadi nilai gaya dorong dan kecepatan kendaraan. Untuk memperoleh kecepatan maksimum kendaraan, perlu dilakukan perhitungan gaya hambat akibat gesekan ban dengan jalan dan gaya hambat akibat udara. Gaya hambat akibat gesekan ban dengan jalan dipengaruhi oleh tekanan ban kendaraan. Gaya hambat akibat udara sangat dipengaruhi oleh kecepatan. Dari nilai gaya dorong, kedua gaya hambat, dan massa kendaraan dapat diketahui nilai percepatan kendaraan. Pegas KTC 2000 rpm ($k=31,59$ N/mm) mampu menghasilkan gaya dorong kendaraan terbesar. Roller CVT dengan 18 gram mampu menghasilkan kecepatan maksimum senilai 128,29 km/jam. Pegas KTC 2000 rpm ($k=31,59$ N/mm) cocok digunakan untuk berakselerasi di jalan kota dan jalan lurus. Sedangkan variasi roller 18 gram cocok digunakan untuk berakselerasi di jalan luar kota karena menghasilkan kecepatan maksimum paling besar. Roller 18 gram juga cocok digunakan di kedua medan jalan karena mampu menghasilkan kecepatan maksimum tertinggi.

Kata kunci: *Continuously Variable Transmission (CVT), Pegas CVT, Roller CVT, Rasio Transmisi, Sistem Transmisi Otomatis, Dynotest*

**EXPERIMENTAL STUDY INFLUENCE OF VARIATION
SPRING CONTENTS AND MASS ROLLER
CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT) ON
HONDA VARIO 150 CC**

Name : Irvan Ilmy
Reg Number : 2110 100 038
Departement : Teknik Mesin FTI-ITS
Supervisor : Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc.PhD.

ABSTRACT

Currently the development of the automotive world, especially motorcycles continue to be developed to gain comfort in control. Automotive manufacturers, especially two-wheeler (motorcycle) has been producing vehicles that use automatic transmission system called CVT (Continuously Variable Transmission) system. This transmission system does not use gears but utilizes pulley and belt systems. This final project analyze about Continuously Variable Transmission component that is spring and roller CVT. The large number of spring variations and roller mass sold in the market indicates that appropriate roller mass selection can improve the performance of standard vehicles. And this is what underlies the end of this final project.

The purpose of this final project is to compare the value of thrust, maximum speed, maximum acceleration of the vehicle produced by each spring and CVT roller, and look for the best CVT springs and rollers for vehicle performance. This test uses four CVT springs and four CVT rollers with different constant and weight values. Testing is done by installing each spring and CVT roller on the vehicle and retrieve data through the dynotest process. Testing using this dynotest tool generates the rated power, torque, and engine speed generated by the vehicle. From the data will be converted to the value of thrust and speed of the vehicle. To obtain the maximum speed of the vehicle, it is necessary to

calculate the drag force due to the friction of the tire with the road and the air drag. Inhibition force due to friction of the tire with the road influenced by vehicle tire pressure. The air-inhibitory force is strongly influenced by the speed. From the value of thrust force, both drag force, and mass of vehicle can be known value of vehicle acceleration. The KTC 2000 rpm springs ($k = 31.59 \text{ N / mm}$) are capable of producing the greatest vehicle thrust force. Roller CVT with 18 grams capable of producing a maximum speed of 128.29 km / h. KTC 2000 rpm springs ($k = 31.59 \text{ N / mm}$) is suitable for accelerating on city streets and straight roads. While the 18 gram roller variation is suitable to accelerate in the way out of town because it produces the largest maximum speed. Roller 18 grams is also suitable for use in both road terrain because it is able to produce the highest maximum speed.

Keywords: Continuously Variable Transmission (CVT), CVT Spring, CVT Roller, Transmission Ratio, Automatic Transmission System, Dynotest

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah dihaturkan kehadirat Allah Subhanallahu Wa Ta'ala, hanya karena tuntunan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan Sarjana S-1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tersayang, khususnya kedua orangtua, yang telah menjadi orang-orang terbaik dalam hidup penulis dan selalu memberikan doa dan dorongan dalam segala kondisi.
2. Prof.Ir.I. Nyoman Sutantra,M.Sc.,Ph.D. yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin FTI ITS, terima kasih atas ilmu yang disampaikan, semoga bermanfaat kedepannya bagi diri penulis dan bagi bangsa dan negara.
4. Alief Naufal, Yanuar Budi dan Ardian Noviatmoko sebagai sahabat yang selalu memotivasi untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Ibnu Adiwiyata selaku partner yang menemani mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Kru bengkel Iquteche Racing, khususnya Saudara Maxgizca Yunas yang telah membantu pada saat uji dynotest.
7. Teman-teman angkatan M53 yang senantiasa memberi motivasi dan menemani penulis selama ini.

Dengan segala keterbatasan kemampuan serta pengetahuan penulis, tidak menutup kemungkinan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritik dan saran dari berbagai pihak untuk penyempurnaan lebih lanjut. Semoga hasil penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak

Surabaya, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Tugas Akhir	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Tugas Akhir	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Teori Transmisi Kendaraan	8
2.2.1. Transmisi Manual	7
2.2.1.1. Pengertian Transmisi Manual	10
2.2.2. Transmisi Otomatis	11
2.2.2.1. Pengertian Transmisi Otomatis	11
2.2.2.2. Cara Kerja Transmisi Otomatis ...	12
2.3. Komponen CVT Sepeda Motor	11
2.3.1. Puli Penggerak/Pulli Primer	14
2.3.2. Puli yang Digerakkan/Puli Sekunder	16
2.3.3. Sabuk Penghubung (<i>v-belt</i>)	19
2.3.4. Penggerak Akhir (<i>final drive</i>)	20
2.3.5. Gaya Sentrifugal	20
2.4. Karakteristik CVT	22
2.5. Kinematika Pegas Heliks Tekan	23
2.6. Analisa Gaya pada Komponen CVT	26
2.6.1. Analisa Gaya Pada <i>Pulley</i>	26
2.6.2. Analisa Gaya pada <i>Belt</i>	27

2.6.3 Analisa Gaya pada <i>Roller</i>	28
2.6.4 Analisa Gaya pada <i>Driven Pulley</i> akibat Tekanan Pegas	29
2.7. Gaya Dorong Kendaraan	31
2.8. Hambatan <i>Rolling</i>	32
2.9. Hambatan Aerodinamis	33
2.10. Spesifikasi Kendaraan Honda Vario	34
BAB III METODOLOGI	35
3.1. Prosedur Penelitian	35
3.2. Peralatan yang Digunakan	37
3.3. Menentukan Kekakuan Pegas	37
3.4. Prosedur Pengujian Kendaraan	38
3.4.1. Pengujian Kendaraan dengan Variasi Pegas	38
3.4.2. Pengujian Kendaraan dengan Variasi <i>Roller</i>	39
3.5. Prosedur Perhitungan	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil Data Pengujian	32
4.1.1. Data Pengukuran Luas Frontal Kendaraan dan Set-up Pengujian ..	45
4.1.2. Data Pengujian Kekakuan Pegas ..	47
4.2. Analisa Data dan Pembahasan dengan Pengaruh Variasi Massa Roller CVT	49
4.2.1. Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan Setiap Roller CVT	49
4.2.2. Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Roller 15 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat ..	52
4.2.3. Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Roller 9 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat ..	53
4.2.4. Grafik Gaya Dorong Kendaraan	

dengan Roller 12 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat	55
4.2.5. Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Roller 18 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat ..	56
4.2.6. Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan dengan Variasi Roller CVT	58
4.3. Analisa Data dan Pembahasan dengan Pengaruh Variasi Pegas CVT	60
4.3.1. Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan Setiap Pegas.....	60
4.3.2. Grafik Gaya Dorong Kendaraan Pegas 30,06 N/mm Beserta Pengaruh Gaya Hambat.....	63
4.3.3. Grafik Gaya Dorong Kendaraan Pegas 29,56 N/mm Beserta Pengaruh Gaya Hambat.....	64
4.3.4. Grafik Gaya Dorong Kendaraan Pegas 30,56 N/mm Beserta Pengaruh Gaya Hambat.....	66
4.3.5. Grafik Gaya Dorong Kendaraan Pegas 31,59 N/mm Beserta Pengaruh Gaya Hambat.....	67
4.3.6. Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan setiap Pegas.....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran	72

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
BIOGRAFI PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Perbandingan Gaya Dorong Vario 125 dengan New Vario 110	5
Gambar 2.2. Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan Pada Honda Scoopy	6
Gambar 2.3. Grafik Perbandingan Percepatan Vario 125	7
Gambar 2.4. Gaya Dorong yang Dibutuhkan Kendaraan	9
Gambar 2.5. Konstruksi Transmisi Manual	10
Gambar 2.6. Konstruksi CVT	11
Gambar 2.7. <i>Primary Pulley</i>	14
Gambar 2.8. Konstruksi <i>Roller</i> pada <i>Primary Pulley</i>	15
Gambar 2.9. <i>Secondary Pulley</i>	16
Gambar 2.10. Konstruksi Pegas pada <i>Secondary Pulley</i>	18
Gambar 2.11. Pergerakan Torque Cam saat Beban Ringan	18
Gambar 2.12. Torque Cam saat Beban Berat	19
Gambar 2.13. <i>V-belt</i>	19
Gambar 2.14. <i>Final Drive</i>	20
Gambar 2.15. Kurva Perbandingan RPM vs Kecepatan dengan Transmisi Manual dan CVT	22
Gambar 2.16. Dimensi Penampang Pegas Heliks Tekan	23
Gambar 2.17. Kondisi Pegas Dengan Beban Kerja	24
Gambar 2.18. Gaya-gaya yang Bekerja pada <i>Pulley</i>	26
Gambar 2.19. Gaya-gaya yang Bekerja pada <i>Belt</i>	27
Gambar 2.20. Gaya-gaya yang Bekerja pada <i>Roller</i>	28
Gambar 2.21. Gaya-gaya yang Bekerja pada <i>Driven Pulley</i> ..	29
Gambar 2.22. Koefisien f_s dan f_0 Kendaraan	33
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> penelitian	35
Gambar 3.2. Skema Pengujian kendaraan	36
Gambar 3.3. <i>Flowchart</i> Pengujian Kendaraan Dengan Variasi Pegas	38
Gambar 3.4. <i>Flowchart</i> Pengujian Kendaraan Dengan Variasi Roller	40
Gambar 3.5. <i>Flowchart</i> Perhitungan dengan Pengaruh Variasi Pegas dan <i>Roller</i>	42

Gambar 4.1	Kendaraan dan Pengendara Tampak Depan	45
Gambar 4.2.	Hasil Pengukuran Luas Frontal Dengan Software.....	46
Gambar 4.3.	<i>Set-up</i> pengujian dynotest.....	47
Gambar 4.4.	<i>Set-up</i> tampak roda depan	47
Gambar 4.5.	Grafik Perbandingan Pengujian Kekakuan Pegas.....	48
Gambar 4.6.	Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan dengan Variasi Roller	49
Gambar 4.7.	Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Roller 15 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat	52
Gambar 4.8.	Grafik Gaya Dorong Kendaraan Roller 9 Gram beserta Pengaruh Gaya Hambat.....	53
Gambar 4.9.	Grafik Gaya Dorong Kendaraan Roller 12 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat	55
Gambar 4.10.	Grafik Gaya Dorong Kendaraan Roller 18 Gram beserta Pengaruh Gaya Hambat.....	56
Gambar 4.11.	Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan dengan Variasi Roller	58
Gambar 4.12.	Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan dengan Variasi Pegas.....	60
Gambar 4.13.	Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Pegas 30,06 N/mm beserta Pengaruh Gaya Hambat....	63
Gambar 4.14.	Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Pegas 29,56 N/mm beserta Pengaruh Gaya Hambat.....	64
Gambar 4.15.	Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Pegas 30,56 N/mm Beserta Pengaruh Gaya Hambat ...	66
Gambar 4.16.	Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Pegas 31,59 N/mm beserta Pengaruh Gaya Hambat....	68
Gambar 4.17.	Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan Setiap Pegas CVT	69

[Halaman Sengaja Dikosongkan]

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi Pegas.....	26
Tabel 2.2. Koefisien <i>Aerodynamic Resistance</i> Kendaraan...	33
Tabel 2.3. Spesifikasi Kendaraan Honda Vario 150	34
Tabel 4.1. Data Pengujian Kekakuan Pegas.....	47

[Halaman Sengaja Dikosongkan]

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	Nilai
T_e	Torsi mesin	Nm	-
n_e	Putaran mesin	rpm	-
R	Radius roda	m	0,26
f_0	Koefisien rolling resistance	-	0,01
f_s	Koefisien rolling resistance	-	0,005
M	Massa kendaraan & pengemudi	kg	152
G	Percepatan gravitasi	m/s^2	9,81
P	Massa jenis udara	kg/m^3	1,2
Cd	Koefisien hambat udara	-	1,8
Af	Luas frontal kendaraan	M^2	0,36
γ_m	Faktor massa dari komponen kendaraan yang berotasi	-	-
i_0	Perbandingan rasio transmisi ke rasio final gear	-	-
i_t	Rasio transmisi	-	-
i_g	Rasio final gear	-	10,6:1
Ft	Gaya dorong kendaraan	N	-
η_t	Efisiensi transmisi	-	0,92
V	Kecepatan kendaraan	m/s	-
S	Slip pada ban kendaraan	-	(2-5) %
fr	Koefisien rolling resistance	-	-
Rr	<i>Rolling resistance</i>	N	-
Ra	<i>Resistance aerodynamics</i>	N	-
a	Percepatan kendaraan	m/s^2	-

[Halaman Sengaja Dikosongkan]

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia industri dan teknologi otomotif sedang mengalami kemajuan yang sangat pesat. Hal ini merupakan hasil kerja keras produsen guna memproduksi kendaraan dengan kondisi terbaik untuk konsumen. Sepeda motor adalah salah satu produk otomotif yang terus dikembangkan oleh produsen karena merupakan alat transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat khususnya di Indonesia. Berbagai macam teknologi yang dikembangkan meliputi sistem pemasukan bahan bakar, konstruksi mesin, konstruksi rangka, sistem pengereman, sistem transmisi, dll.

Saat ini produk kendaraan roda dua (sepeda motor) telah dilengkapi sistem transmisi otomatis. Jenis transmisi otomatis yang digunakan adalah *Continuously Variable Transmission (CVT)*. Sepeda motor yang dengan sistem transmisi otomatis memiliki beberapa kelebihan, salah satunya adalah lebih praktis dalam pemakaian dibandingkan dengan sepeda motor yang bertransmisi manual. Hal ini dikarenakan pengendara tidak perlu merubah transmisi kecepatan kendaraannya secara manual, tetapi secara otomatis berubah sesuai dengan putaran mesin, sehingga sangat cocok digunakan di daerah perkotaan yang sering dihadap kemacetan maupun trek panjang luar kota

Continuously Variable Transmission (CVT) terdiri dari puli primer (*primary pulley* atau *driver pulley*) dan puli sekunder (*secondary pulley* atau *driven pulley*) yang dihubungkan dengan *v-belt*. Pada puli primer terdapat *speed governor* yang berperan merubah besar kecilnya diameter puli primer. Dalam *speed governor* terdapat 6 buah *roller* sentrifugal yang akan menerima gaya sentrifugal akibat putaran crankshaft. Oleh karena itu *roller* sentrifugal akan terlempar keluar menekan bagian dalam salah satu sisi puli yang dapat bergeser (*sliding sheave*) ke arah sisi puli tetap (*fixed sheave*) sehingga menyebabkan terjadinya perubahan

diameter puli primer, yaitu membesar atau mengecil. Perubahan ini memberikan pengaruh pada rasio transmisi.

Besar kecilnya gaya tekan *roller* sentrifugal terhadap pulley bergerak ini berbanding lurus dengan berat roller sentrifugal dan putaran mesin. Semakin berat *roller* sentrifugal semakin besar gaya dorong *roller* sentrifugal terhadap pulley bergerak. Sedangkan pada puli sekunder pergerakan puli diakibatkan oleh tekanan pegas. Puli sekunder ini hanya mengikuti gerakan sebaliknya dari puli primer. Jika puli primer membesar maka puli sekunder akan mengecil, begitu juga sebaliknya. Jadi berat *roller* dan tekanan pegas sangat berpengaruh terhadap rasio diameter puli primer dan puli sekunder.

Mengacu pada tugas akhir maupun penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yaitu tentang pengaruh konstanta pegas CVT pada kendaraan Honda Scoopy 110 serta pengaruh berat roller CVT pada kendaraan Honda Scoopy 110, maka dalam pembahasan tugas akhir ini, komponen CVT yang akan dianalisa adalah pegas yang terletak pada puli sekunder dan roller pada kendaraan berbeda yaitu kendaraan berjenis skuter matik (skutik) Honda Vario 150 cc. Ada berbagai macam kekakuan pegas dan berat roller CVT yang dapat digunakan untuk memperoleh performa optimal pada Honda Vario 150 cc. Maka dari itu perlu dilakukan analisa pegas dan roller CVT dengan nilai konstanta yang tepat sehingga dapat menghasilkan performa optimal pada Honda Vario 150 cc.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana perbandingan nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan keempat macam pegas dan roller CVT berdasarkan tingkat kecepatan kendaraan.
2. Bagaimana perbandingan kecepatan maksimum kendaraan yang dihasilkan keempat macam pegas dan roller CVT.

3. Bagaimana perbandingan percepatan kendaraan yang dihasilkan keempat macam pegas dan roller CVT berdasarkan tingkat kecepatan kendaraan.
4. Bagaimana mencari pegas dan roller CVT terbaik untuk performa kendaraan.

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Dengan mengacu pada perumusan masalah di atas, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membandingkan nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan keempat macam pegas dan roller CVT berdasarkan tingkat kecepatan kendaraan.
2. Membandingkan kecepatan maksimum kendaraan yang dihasilkan keempat macam pegas dan roller CVT.
3. Membandingkan percepatan kendaraan yang dihasilkan keempat macam pegas dan roller CVT berdasarkan tingkat kecepatan kendaraan.
4. Mencari pegas dan roller CVT terbaik untuk performa kendaraan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Kinerja mesin tidak dipengaruhi oleh lingkungan.
2. Bahan bakar yang digunakan adalah bensin.
3. Kendaraan yang digunakan adalah Honda Vario 150 cc PGM-FI keluaran 2016.
4. Massa setiap *roller* yaitu roller orisinil (15 gram), 9 gram, 12 gram, 18 gram.
5. Menggunakan 4 macam pegas yaitu pegas orisinil, KTC 1000 RPM, KTC 1500 RPM, dan KTC 2000 RPM
6. Massa pengemudi 43 kg.
7. Keausan belt diabaikan.
8. Kondisi ban dalam keadaan baik dan tekanan ban standar.

9. Pengujian dilakukan pada kondisi datar, tanpa sudut kemiringan.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

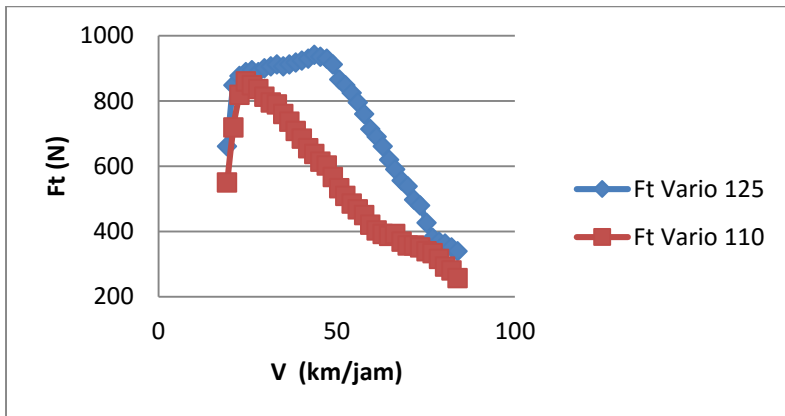
Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan setiap pegas dan roller CVT sebagai acuan perusahaan dalam mengembangkan produk, dan masyarakat dalam memodifikasi komponen transmisi kendaraan.
2. Mengetahui kecepatan maksimum kendaraan yang dihasilkan setiap pegas CVT sehingga menjadi pengetahuan bagi masyarakat dan perusahaan.
3. Mengetahui tingkat percepatan kendaraan sehingga masyarakat mengetahui pegas CVT mana yang tepat digunakan pada kondisi di dalam maupun luar kota.
4. Sebagai acuan dalam penelitian serta riset berikutnya.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada gambar 2.1 menggambarkan penelitian tentang perbandingan performa Honda Vario 125 PGM-FI dan Honda New Vario 110 FI dengan variasi roller. Dari hasil analisa yang telah dilakukan, sistem transmisi otomatis atau *Continuously Variable Transmission* (CVT) pada Honda Vario 125 PGM-FI lebih efektif daripada Honda New Vario 110 FI. Hal ini ditinjau dari gaya dorong atau kinerja traksi yang dihasilkan kendaraan, besar sudut maksimal yang mampu dilewati kendaraan, dan percepatan maksimal yang dihasilkan kendaraan.

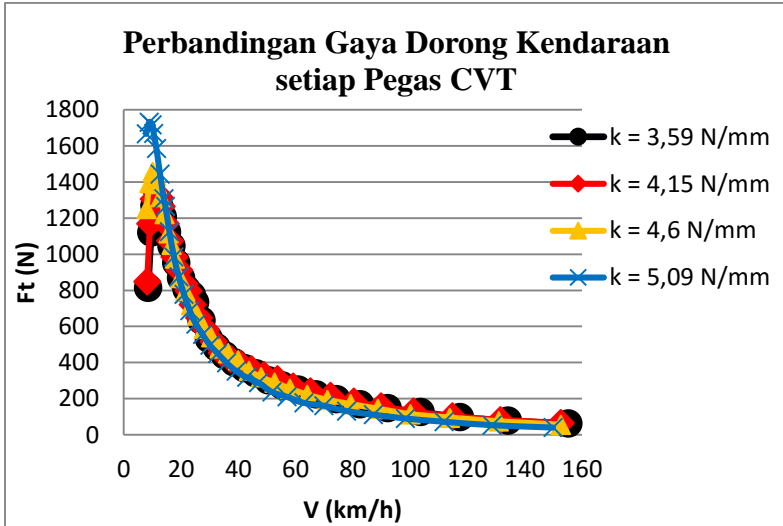


Gambar 2.1 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Vario 125 dengan New Vario 110 [7]

Dari grafik diatas dapat dilihat adanya perbedaan *trendline* antara gaya dorong Vario 125 dengan Vario 110. Secara umum kedua grafik antara Vario 110 dan Vario 125 memiliki kesamaan, pertama mengalami kenaikan kemudian mengalami penurunan. Pada Vario 125 mengalami kenaikan gaya dorong sampai pada kecepatan 44 km/jam. Ini merupakan keulebihan yang ada pada

Vario 125 jika dibandingkan dengan Vario 110. Pada Vario 125 bisa mempertahankan gaya dorong besar sampai kecepatan 44 km/jam sementara pada Vario 110 hanya bisa mempertahankan gaya dorong yang besar sampai kecepatan 25 km/jam saja. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa transmisi pada Vario 125 lebih efektif dalam menyalurkan daya dari mesin ke roda jika dibandingkan dengan Vario 110. Hal itu bisa dibuktikan bahwa Vario 125 bisa mempertahankan gaya dorong yang besar sampai kecepatan yang relatif lebih tinggi daripada Vario 110 yang mana secara teknis lebih menguntungkan jika digunakan berkendara.

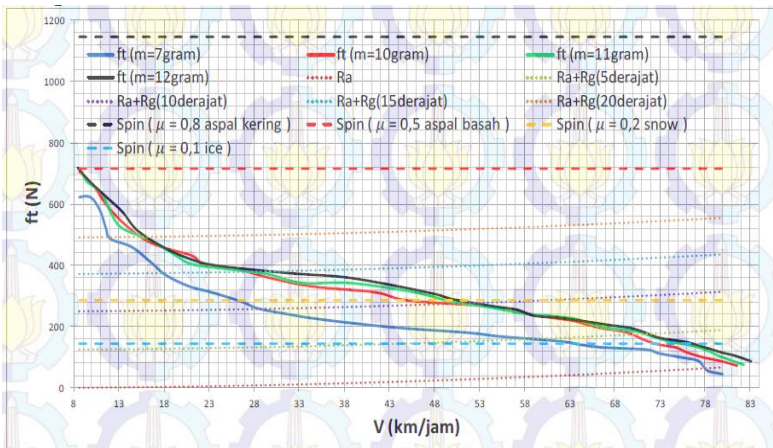
Penelitian selanjutnya mempelajari tentang pengaruh variasi pegas *driven face* pada sistem transmisi otomatis atau *Continuously Variable Transmission (CVT)* Honda Scoopy. Ada 4 macam pegas yang digunakan. Keempat pegas tersebut memiliki nilai konstanta pegas yang berbeda. Masing-masing nilai konstanta pegas yang digunakan yaitu pegas 3.59 N/mm, 4.6 N/mm, 4.15 N/mm, 5.09 N/mm.



Gambar 2.2 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan Pada Honda Scoopy [8]

Secara umum, karakteristik trendline grafik nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan keempat pegas adalah sama. Tetapi nilai gaya dorong pada kecepatan tertentu yang dihasilkan masing-masing pegas tidak sama. Hal ini dikarenakan masing-masing pegas memiliki rasio transmisi yang berbeda. Perbedaan rasio transmisi tersebut diakibatkan karena masing-masing pegas memiliki nilai konstanta pegas yang berbeda. Semakin besar nilai konstanta pegas maka semakin besar pula gaya yang dibutuhkan belt untuk menekan driven pulley, sehingga rasio transmisi tidak mudah berubah.

Dari keempat pegas, nilai gaya dorong maksimum kendaraan terbesar mampu dihasilkan oleh pegas 5,09 N/mm. Pegas 5,09 N/mm mampu menghasilkan nilai gaya dorong terbesar pada kecepatan rendah. Nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan pegas 5,09 N/mm tersebut senilai 1730,75 N pada kecepatan 8,85 km/jam. Sedangkan, pegas 4,15 N/mm mampu menghasilkan nilai gaya dorong terbesar pada kecepatan tinggi. Nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan pegas 4,15 N/mm tersebut senilai 308,2 N pada kecepatan 53,71 km/jam.



Gambar 2.3 Grafik Perbandingan Percepatan Vario 125 Roller 7 gram, 10 gram, 11 gram, 12 gram [9]

Pada penelitian selanjutnya mempelajari tentang pengaruh variasi *roller driver face* pada sistem transmisi otomatis atau *Continuously Variable Transmission* (CVT) Honda Scoopy. Berikut adalah data hasil grafik perbandingan gaya dorong beserta pengaruh gaya hambat dan spin kendaraan setiap *roller*. Pada gambar 2.3 menggunakan 4 macam varian massa *roller* yaitu 7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram.

Dari kedua trendline grafik diatas diperoleh nilai kecepatan maksimum yang mampu dicapai kendaraan. Nilai kecepatan maksimum diperoleh akibat adanya titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara ditambah gaya akibat sudut tanjak. Titik potong ini berarti nilai gaya dorong kendaraan sama dengan gaya hambat udara ditambahkan gaya akibat sudut tanjak terhadap kendaraan. Sehingga pada kecepatan dimana terdapat titik potong tersebut merupakan kecepatan maksimum kendaraan (percepatan kendaraan sama dengan nol). Pada gambar 2.3 terlihat kecepatan maksimum kendaraan dengan massa *roller* 7, 10, 11 dan 12 gram senilai 11,55 ; 13,74 ; 13,48 dan 15,05 km/jam.

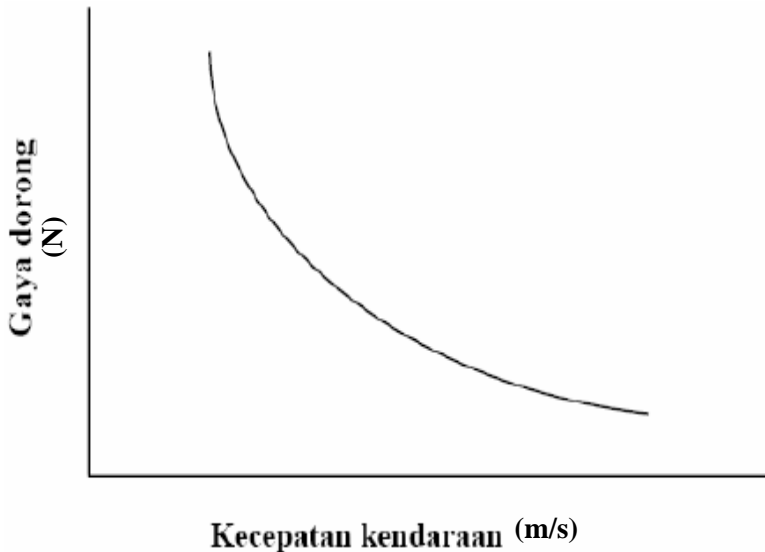
Dengan melihat penelitian yang telah dilakukan diatas, maka pada penelitian ini dilakukan pengembangan dengan melakukan pengujian dan analisa dengan menggunakan kendaraan yang berbeda yaitu Honda Vario 150 cc Sehingga diharapkan dari penelitian ini diketahui pengaruh perubahan massa *roller*, serta pengaruh variasi konstanta pegas terhadap performa kendaraan Honda Vario 150 cc dilihat dari nilai gaya dorong dan percepatan terhadap berbagai variasi kecepatan dengan akurat. Sehingga didapatkan massa *roller* dan konstanta pegas yang tepat pada kendaraan Honda Vario 150 cc.

2.2 Teori Transmisi Kendaraan

Untuk menggerakkan kendaraan dibutuhkan gaya dorong yang cukup untuk melawan semua hambatan yang terjadi pada kendaraan. Gaya dorong dari suatu kendaraan terjadi pada roda penggerak kendaraan. Gaya dorong ini ditransformasikan dari torsi

mesin kendaraan ke roda penggerak yang terdiri dari kopling, transmisi, gigi diferensial, dan poros penggerak.

Berdasarkan kebutuhan gerak dari kendaraan, maka dapat dikatakan bahwa pada kecepatan rendah diperlukan gaya dorong yang besar untuk dapat menghasilkan percepatan yang cukup besar atau untuk dapat menanjak tanjakan yang cukup terjal. Pada kecepatan tinggi dimana percepatan sudah tidak diperlukan lagi, maka gaya dorong yang diperlukan hanya untuk melawan hambatan angin dan hambatan rolling. Dengan kebutuhan seperti diuraikan di atas, secara ideal kebutuhan gaya dorong dapat ditunjukkan seperti gambar 2.4 berikut



Gambar 2.4 Gaya Dorong yang Dibutuhkan Kendaraan [5]

Gaya dorong pada roda yang ditransmisikan dari torsi mesin kendaraan dirumuskan dengan:

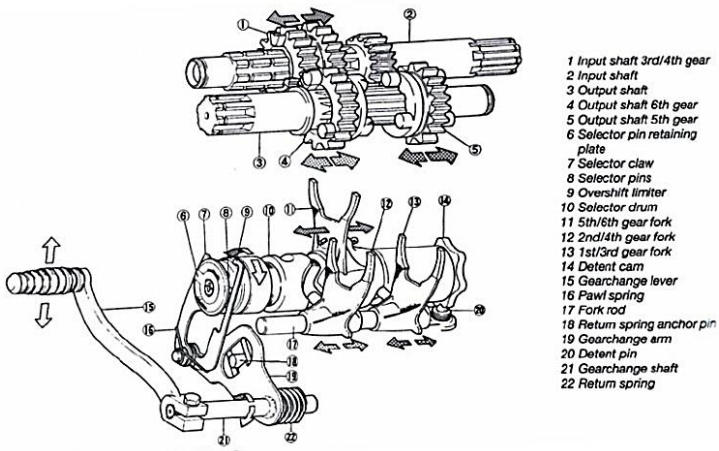
$$F_t = \frac{T_e \cdot i_t \cdot i_g \cdot \eta_t}{r} \quad (2.1)$$

Dengan melihat karakteristik torsi yang dihasilkan oleh mesin maka dibutuhkan sistem transmisi sedemikian agar dapat disamping mentransmisikan namun juga mentransformasikan torsi untuk menjadi gaya dorong yang diperlukan oleh kendaraan.

2.2.1 Transmisi Manual

2.2.1.1 Pengertian Transmisi Manual

Transmisi manual adalah transmisi kendaraan yang pengoperasiannya dilakukan secara langsung oleh pengemudi. Transmisi manual dan komponen-komponennya merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga dari sebuah kendaraan, yaitu sistem yang berfungsi mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan tenaga dari sumber tenaga (mesin) ke roda kendaraan.



Gambar 2.5 Konstruksi Transmisi Manual [2]

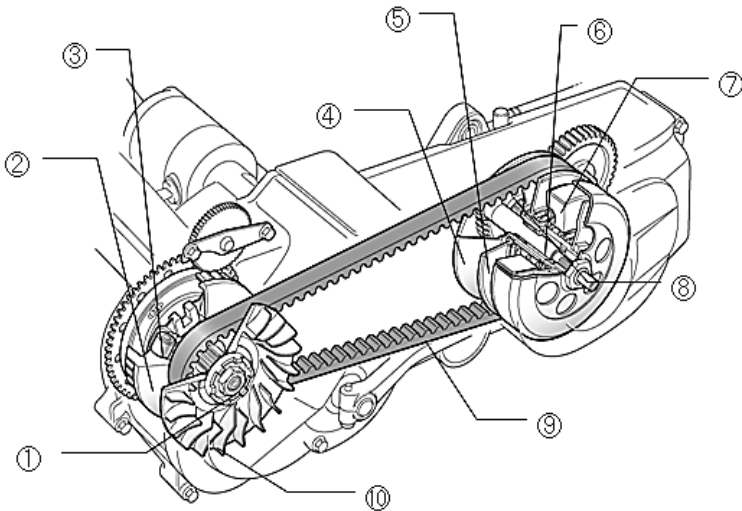
Komponen utama dari gigi transmisi pada sepeda motor terdiri dari susunan gigi-gigi yang berpasangan yang berbentuk dan menghasilkan perbandingan gigi-gigi tersebut terpasang. Salah

satu pasangan gigi tersebut berada pada poros utama. Jumlah gigi kecepatan yang terpasang pada transmisi tergantung kepada model dan kegunaan sepeda motor yang bersangkutan. Proses perpindahan gigi dilakukan oleh pengemudi dengan cara menginjak atau menekan tuas persneling dengan kaki.

2.2.2 Transmisi Otomatis

2.2.2.1 Pengertian Transmisi Otomatis

Transmisi otomatis adalah transmisi kendaraan yang pengoperasiannya dilakukan secara otomatis berdasarkan prinsip gaya sentrifugal dan gaya gesek yang terjadi pada komponen-komponennya.



Gambar 2.6 Konstruksi CVT [4]

Keterangan gambar:

1. Poros Engkol
2. Pulley penggerak primer
3. Roller
4. Pulley tetap sekunder
5. Pulley penggerak sekunder
6. Batang penggerak gear primer
7. *Clutch carrier*
8. *V-belt*
9. Pulley tetap primer

Transmisi otomatis umumnya digunakan pada sepeda motor jenis scooter (skuter). Transmisi otomatis atau *Continuously Variable Transmission* (CVT) merupakan mekanisme transmisi yang terdapat dua buah pulley yang dihubungkan dengan sabuk (*v-belt*) untuk memperoleh rasio gigi yang bervariasi. Perubahan rasio berlangsung secara otomatis dengan cara mengubah diameter puli primer dan puli sekunder. Dengan sendirinya perubahan kecepatan dapat berlangsung secara halus dan berkesinambungan dengan putaran mesin.

2.2.2.2 Cara Kerja Transmisi Otomatis

Cara kerja transmisi otomatis adalah sebagai berikut:

- Pada Saat Putaran Idle
Putaran dari poros engkol akan diteruskan ke pulley primer kemudian ke pulley sekunder melalui perantara *v-belt*. Karena putaran belum mampu mengembangkan kopling sentrifugal maka hanya sampai di *clutch carrier*.
- Pada Saat Putaran Rendah
Putaran dari poros engkol akan diteruskan ke pulley primer kemudian ke pulley sekunder melalui perantara *v-belt*. Karena putaran telah mampu mengembangkan kopling sentrifugal maka putaran akan diteruskan dari *clutch carrier* ke rumah

kopling, sehingga putaran dapat diteruskan ke *final gear* dan berakhir di roda.

- Pada Saat Putaran Menengah

Putaran dari poros engkol akan diteruskan ke pulley primer kemudian ke pulley sekunder melalui perantara *v-belt*. Karena putaran telah mampu mengembangkan kopling sentrifugal maka putaran akan diteruskan dari *clutch carrier* ke rumah kopling, sehingga putaran dapat diteruskan ke *final gear* dan berakhir di roda. Keadaan puli saat putaran menengah ini sedikit berbeda dengan pada saat putaran rendah.

- Pada Saat Putaran Tinggi

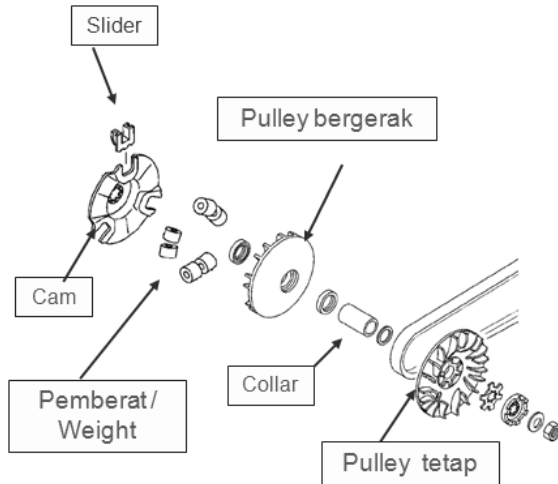
Putaran dari poros engkol akan diteruskan ke pulley primer kemudian ke pulley sekunder melalui perantara *v-belt*. Karena putaran telah mampu mengembangkan kopling sentrifugal maka putaran akan diteruskan dari *clutch carrier* ke rumah kopling, sehingga putaran dapat diteruskan ke *final gear* dan berakhir di roda. Pada saat putaran tinggi, lintasan *belt* di pulley primer sedikit lebih besar daripada pulley sekunder.

- Pada Saat Putaran Beban

Putaran dari poros engkol akan diteruskan ke pulley primer kemudian ke pulley sekunder melalui perantara *v-belt*. Karena putaran telah mampu mengembangkan kopling sentrifugal maka putaran akan diteruskan dari *clutch carrier* ke rumah kopling, sehingga putaran dapat diteruskan ke *final gear* dan berakhir di roda. Karena pada saat putaran beban membutuhkan torsi yang besar maka lintasan *belt* di pulley primer lebih kecil daripada pulley sekunder. Hal ini terjadi karena adanya *pin guide* dan *sliding sheave* untuk menjaga puli dalam kondisi seperti pada saat putaran rendah, sehingga torsi yang dihasilkan akan menjadi besar.

2.3 Komponen CVT Sepeda Motor

2.3.1 Puli Penggerak/Puli Primer (*Driver Pulley/Primary Pulley*)



Gambar 2.7 *Primary Pulley* [4]

Pada bagian puli primer ini terdapat beberapa komponen lainnya yaitu :

A. Primary Fixed Sheave

Pulley penggerak primer merupakan salah satu bagian dari puli yang berhubungan langsung dengan poros engkol dan cam secara tetap. Pada pulley tetap primer terdapat sirip pendinginan, sehingga pada saat pulley tetap primer berputar akan menghasilkan tiupan udara. Hal ini bertujuan untuk menjaga temperatur di ruang CVT agar tidak terlalu tinggi. Apabila temperatur terlalu tinggi maka komponen CVT akan lebih cepat aus terutama komponen yang bergesekan seperti v-belt, pulley, dan roller.

B. Primary Sliding Sheave

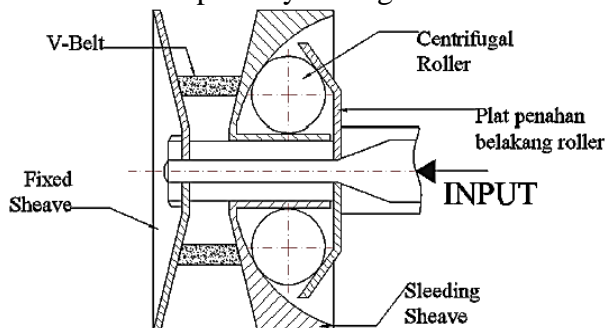
Pulley penggerak primer merupakan salah satu bagian dari puli yang dapat bergeser melalui collar/spacer. Bergeraknya pulley penggerak primer ini akan mengakibatkan v-belt terdesak lintasan posisi terluar maupun terdalam puli.

C. Collar/Spacer

Collar atau spacer merupakan lintasan pulley penggerak primer, sehingga sliding sheave dapat bergerak dengan mudah.

D. Roller

Roller merupakan bagian dari primary pulley yang mendorong sliding sheave karena adanya gaya sentrifugal yang bekerja. Saat roller terlempar karena adanya gaya sentrifugal, v-belt akan berubah posisi ke lintasan terluar puli primer. Semakin tinggi putaran mesin akan menghasilkan gaya sentrifugal yang besar maka roller juga akan semakin menekan primary sliding sheave.



Gambar 2.8 Konstruksi Roller pada Primary Pulley

[3]

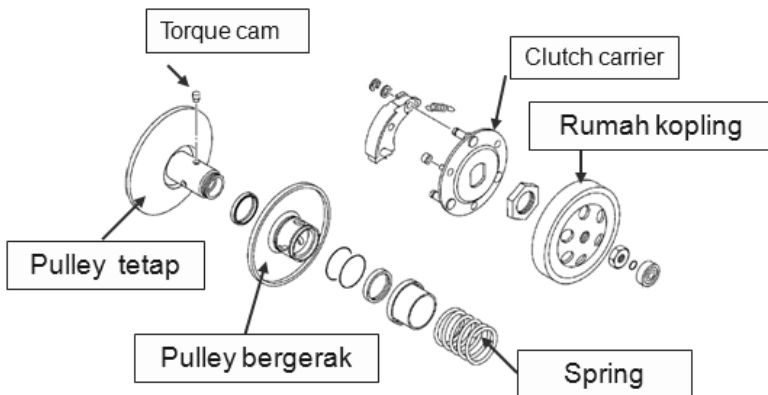
E. Cam Plate/Slider

Cam plate atau slider merupakan bagian dari primary pulley yang terpasang tetap pada poros, sehingga pada saat roller bekerja cam plate ini menjadi tumpuan untuk mendorong sliding sheave. Permukaan cam plate berbentuk tirus, sehingga saat roller bergerak ke arah luar maka roller akan mendesak primary sliding sheave. Sehingga, primary sliding sheave akan mendesak v-belt ke arah terluar.

F. Plastic Slider Guide

Slider berfungsi untuk menuntun jalannya pergerakan antara pelat cam dan pulley penggerak primer, sehingga pergerakan sliding sheave tidak keluar dari alurnya.

2.3.2 Puli yang Digerakkan/Puli Sekunder (*Driven Pulley/Secondary Pulley*)



Gambar 2.9 Secondary Pulley [4]

Pada pulley sekunder ini juga terdapat beberapa komponen diantaranya :

A. Pulley Tetap Sekunder

Pulley tetap sekunder ini berada pada poros gear penggerak primer melalui bearing dan clutch carrier yang terpasang di fixed sheave. Pulley tetap sekunder ini tidak memiliki sirip pendinginan seperti katrol primer.

B. Secondary Sliding Sheave

Secondary sliding sheave bagian pada pulley sekunder yang posisinya berubah-ubah untuk mengatur lintasan v-belt pada pulley sekunder.

C. Clutch Carrier

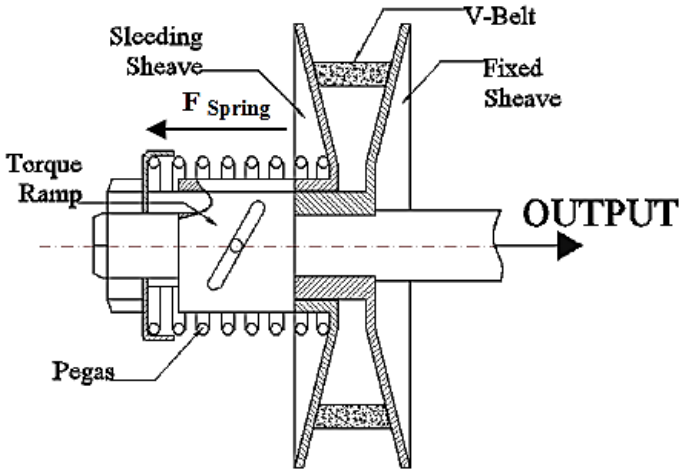
Clutch carrier yaitu komponen pulley sekunder yang memutus dan menyambungkan putaran dari mesin ke roda berdasarkan putaran. Semakin tinggi putaran dari mesin maka clutch carrier akan terhubung dengan dengan rumah kopling.

D. Rumah kopling

Rumah kopling merupakan komponen yang terhubung langsung dengan input shaft penggerak akhir (final gear). Jika clutch carrier mengembang dan menekan dinding rumah kopling maka putaran dari mesin akan diteruskan ke penggerak akhir dan roda.

E. Pegas

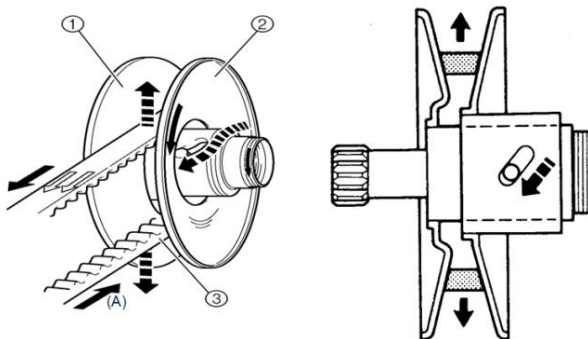
Pegas ini berfungsi untuk menekan pulley sekunder agar posisi v-belt tetap berada di lintasan terluar puli.



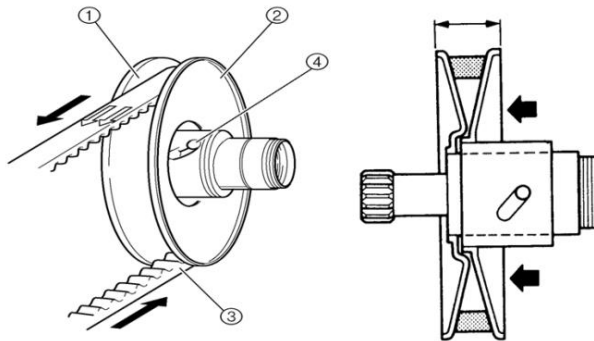
Gambar 2.10 Konstruksi Pegas pada Secondary Pulley [3]

F. Torsi Cam

Torsi cam ini berperan saat putaran beban. Pada saat putaran tinggi dan beban berat maka pin guide ini akan mengunci posisi pulley sekunder dan menjaga posisi v-belt tetap berada di lintasan terluar puli.



Gambar 2.11 Pergerakan Torque Cam saat Beban Ringan [4]



Gambar 2.12 Torque Cam saat Beban Berat [4]

2.3.3 Sabuk Penghubung (*V-Belt*)

V-belt merupakan penghubung dan penerus putaran dari pulley primer menuju pulley sekunder. *V-belt* terbuat dari bahan kevlar yang tahan gesek dan panas. *V-belt* ini harus diperiksa secara berkala dan apabila telah aus ditandai dengan retak pada permukaan. Jika hal tersebut terjadi maka *v-belt* harus diganti.



Gambar 2.13 *V-belt* [10]

2.3.4 Penggerak Akhir (*Final Gear*)

Penggerak akhir berfungsi untuk menaikkan torsi dan mereduksi putaran. Sehingga torsi pada penggerak akhir akan dinaikkan kembali setelah torsi dinaikkan oleh perbandingan diameter puli. Pada akhirnya diperoleh torsi yang besar untuk menggerakkan kendaraan.



Gambar 2.14 *Final Drive*

2.3.5 Gaya Sentrifugal

Gaya sentrifugal adalah gaya yang arahnya menjauhi pusat. Dalam kasus gerak melingkar beraturan, gaya sentrifugal didefinisikan sebagai negatif dari hasil kali massa benda dengan percepatan sentripetalnya. Artinya gaya sentripetal dan gaya sentrifugal mempunyai besar yang sama, akan tetapi arahnya berbeda. Gaya sentrifugal adalah gaya yang arahnya menjauhi pusat sedangkan gaya sentripetal adalah gaya yang arahnya menuju pusat. Dengan kata lain, rumus menentukan besarnya gaya sentrifugal sama dengan gaya sentripetal yaitu:

$$\sum F = ma \rightarrow \sum F_R = ma_r = m \frac{v^2}{r}$$

Dengan :

Fr = Gaya Sentrifugal (N) V = Kecepatan Tangensial (m/s)
 m = Massa (kg) R = Jari-jari (m)
 ar = Percepatan Tangensial (m/s)

Gaya sentrifugal hanya ada jika kita bekerja pada kerangka noninersial (tepatnya kerangka berputar). Jika kita berada di kerangka inersial (misalnya kerangka yang diam terhadap pusat kerangka berputar maka gaya sentrifugal tadi hilang).

Gaya sentrifugal adalah gaya yang timbul akibat adanya gerakan sebuah benda atau partikel melalui lintasan lengkung atau melingkar. Semakin besar massa dan kecepatan suatu benda maka gaya sentrifugal yang dihasilkan akan semakin besar.

Roller bekerja akibat adanya putaran yang tinggi dan adanya gaya sentrifugal. Semakin berat *rollernya* maka dia akan semakin cepat bergerak mendorong *movable drive face* pada *drive pulley* sehingga bisa menekan *belt* ke posisi terkecil. Namun supaya *belt* dapat tertekan hingga maksimal butuh *roller* yang beratnya sesuai. Artinya jika *roller* terlalu ringan maka tidak dapat menekan *belt* hingga maksimal.

Besar kecilnya gaya tekan *roller* sentrifugal terhadap *Sheave* penggerak ini berbanding lurus dengan berat *roller* sentrifugal dan putaran mesin. Semakin berat *roller* sentrifugal semakin besar gaya dorong *roller* sentrifugal terhadap *movable drive face* sehingga semakin besar diameter dari puli primer tersebut. Sedangkan pada puli sekunder pergerakan puli diakibatkan oleh tekanan pegas, puli sekunder ini hanya mengikuti gerakan sebaliknya dari puli primer, jika puli primer membesar maka puli sekunder akan mengecil, begitu juga sebaliknya. Jadi berat *roller* sentrifugal sangat berpengaruh terhadap perubahan ratio diameter dari puli primer dengan puli sekunder.

2.4 Karakteristik CVT

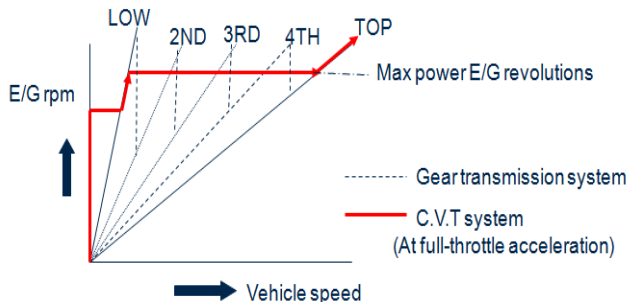
Kendaraan dengan sistem transmisi otomatis atau *Continuously Variable Transmission* (CVT) memiliki kelebihan dan kekurangan jika dibandingkan dengan sistem transmisi manual.

Kelebihan :

1. CVT memberikan perubahan torsi tanpa adanya hentakan
2. CVT memberikan kenyamanan lebih karena tidak perlu memindah gigi
3. CVT memiliki konstruksi yang lebih sederhana
4. Perawatan CVT tergolong lebih mudah
5. CVT memberikan perubahan kecepatan dengan lembut

Kekurangan :

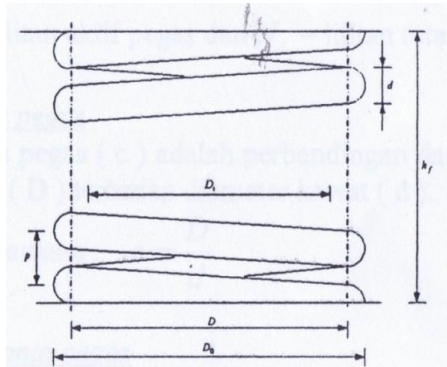
1. Putaran awal membutuhkan putaran mesin yang tinggi untuk mengubah rasio dan roda bisa bergerak
2. Penggunaan bahan bakar tidak efisien
3. Komponen mesin relatif lebih cepat aus karena sering bekerja pada putaran tinggi
4. *Engine brake* sangat kecil sehingga penggunaan rem lebih dominan dan kemungkinan kampas rem lebih cepat aus
5. Saat melewati jalan menurun kendaraan relatif sulit dikendalikan karena *engine brake* kecil.



Gambar 2.15 Kurva Perbandingan RPM vs Kecepatan Kendaraan dengan Transmisi Manual dan CVT [4]

2.5 Kinematika Pegas Heliks Tekan

Pegas Heliks tekan kebanyakan memiliki dimensi yang konstan pada diameter kawat, pitch, dan diameter rata-rata coil. Gambar 2.16 ini menunjukkan parameter dimensi dari pegas heliks tekan.



Gambar 2.16 Dimensi Penampang Pegas Heliks Tekan [6]

Sehingga,

$$D_o = D + d \quad \text{dan} \quad D_i = D - d \quad (2.2)$$

dimana :

d = diameter kawat

D_o = diameter luar coil

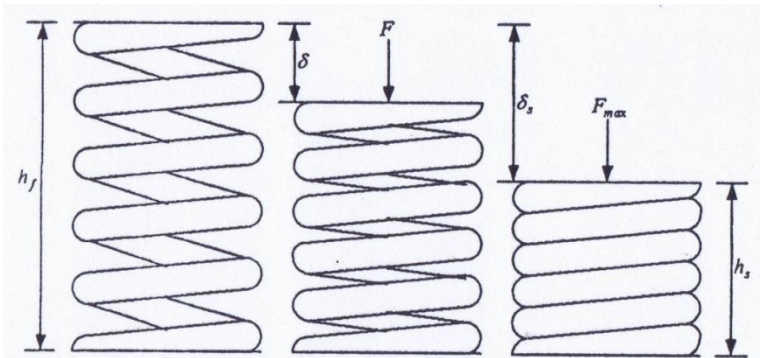
D = diameter rata-rata coil

h_f = tinggi bebas

D_i = diameter dalam coil

p = pitch coil

Diameter luar (D_o) coil, diameter dalam (D_i) coil, dan tinggi bebas (h_f) adalah parameter utama yang digunakan untuk menentukan batas, berdasarkan pada tempat dimana pegas tersebut diletakkan.



Gambar 2.17 Kondisi Pegas Dengan Beban Kerja [6]

Pada gambar 2.17, tinggi bebas (h_f) adalah tinggi pegas pada kondisi tanpa pembebanan. Beban kerja yang terjadi pada pegas (F) akan menekan pegas sebesar defleksi kerja (δ). Untuk beban kerja yang terjadi pada pegas itu maksimum (F_{max}) maka tinggi pegas (h_s). Dari dimana diatas maka didapatkan beberapa persamaan :

$$\delta = \frac{F}{k} = \frac{8 F D^3 N a}{d^4 G} \quad (2.3)$$

$$h_f = h_s + \delta_s \quad (2.4)$$

dimana :

h_f : tinggi bebas

h_s : tinggi solid

δ_s : defleksi karena beban material

G : modulus geser material

F : beban kerja

$N a$: lilitan aktif

K : konstanta pegas

- **Lilitan Pegas**

Lilitan total dari pegas, bergantung dari jenis ujung pegas.

Jenis ujung pegas mempunyai 4 macam, yaitu :

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Plain ends | $Na = Nt - \frac{1}{2}$ |
| 2. Plain grounds ends | $Na = Nt - 1$ |
| 3. Squared ends | $Na = Nt - 1\frac{1}{2}$ |
| 4. Squared grounds ends | $Na = Nt - 2$ |

dimana :

Na = lilitan aktif pegas

Nt = lilitan aktif total pegas

- **Indeks Pegas**

Indeks pegas adalah perbandingan dari diameter rata-rata coil (D) terhadap diameter kawat (d).

Maka persamaan : $c = \frac{D}{d}$ (2.5)

- **Konstanta Pegas**

Untuk menentukan persamaan dari konstanta pegas (k) adalah

$$k = \frac{F}{\delta} = \frac{d^4 G}{8D^3 Na} \quad (2.6)$$

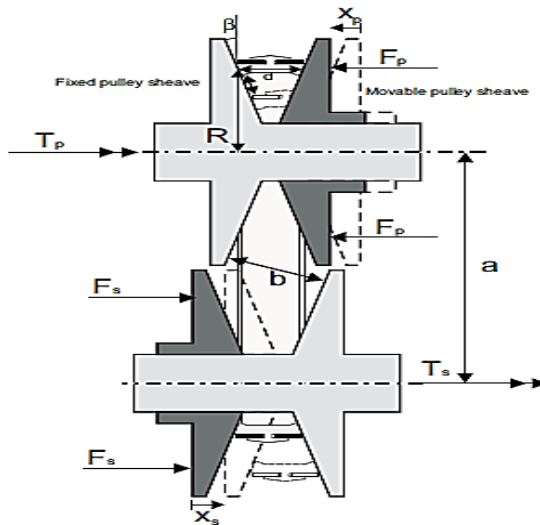
Pegas heliks tekan orisinil memiliki konstanta pegas yang linier terhadap batas operasinya seperti pada gambar 2.18. Saat terjadi tinggi solid (hs) semua saling bersentuhan dan konstanta pegas mendekati nilai modulus elastisitas dari material.

Tabel 2.1 Spesifikasi Pegas

SPESIFIKASI	PEGAS			
	ORISINIL	KTC 1000 RPM	KTC 1500 RPM	KTC 2000 RPM
DIAMETER DALAM COIL (mm)	50	50	50	50
DIAMETER LUAR COIL (mm)	58	58	58	58
DIAMETER RATA-RATA COIL (mm)	54	54	54	54
DIAMETER KAWAT (mm)	3,7	3,7	3,8	3,8
PITCH COIL (mm)	26,8	26,7	27,3	27,5
TINGGI BEBAS (mm)	145	145	145	145
LILITAN AKTIF	5	5	5	5

2.6 Analisa Gaya Pada Komponen CVT

2.6.1 Analisa Gaya Pada Pulley



Gambar 2.18 Gaya-gaya yang Bekerja pada Pulley [1]

dimana :

T_p : Torsi input pada primary pulley

T_s : Torsi output dari secondary pulley

F_p : Gaya tekan oleh roller pada primary pulley

F_s : Gaya tekan oleh pegas pada secondary pulley

x_p : Perpindahan primary pulley

x_s : Perpindahan secondary pulley

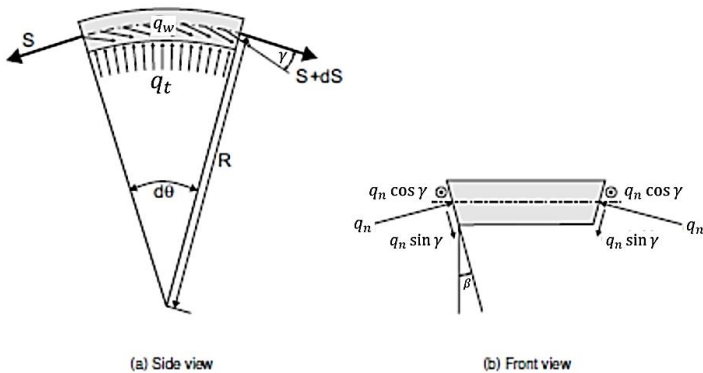
d : Lebar belt

β : Sudut groove pulley

a : Jarak antar pusat pulley

b : Jarak antar pulley statis

2.6.2 Analisa Gaya pada Belt



Gambar 2.19 Gaya-gaya yang Bekerja pada *Belt* [1]

dimana :

q_N : Distribusi gaya normal yang terjadi pada belt

S : Gaya tarik pada belt

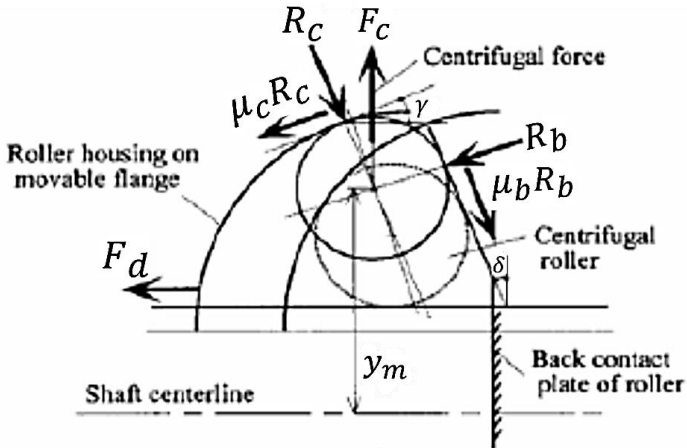
q_t : Distribusi gaya normal arah radial

q_w : Gaya gesek antara belt dan pulley

γ : Sudut antara arah radial dan arah gaya gesek

β : Sudut groove pulley

2.6.3 Analisa Gaya pada *Roller*



Gambar 2.20 Gaya-gaya yang Bekerja pada *Roller* [3]

$$\Sigma F_c = 0$$

$$R_c - m y_m \omega^2 \cdot \cos \delta = 0$$

$$R_c = m y_m \omega^2 \cdot \cos \delta \quad (2.7)$$

$$\Sigma F_b = 0$$

$$R_b - m y_m \omega^2 \cdot \sin \delta = 0$$

$$R_b = m y_m \omega^2 \cdot \sin \delta \quad (2.8)$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_d + \mu_c \cdot R_c \cdot \cos \gamma - R_c \cdot \sin \delta - \mu_b \cdot R_b \cdot \cos \delta + R_b \cdot \cos \gamma = 0$$

$$F_d = R_c (\sin \delta - \mu_c \cdot \cos \gamma) + R_b (\cos \gamma - \mu_b \cdot \cos \delta)$$

$$F_d = m y_m \omega^2 [\cos \delta (\sin \delta - \mu_c \cdot \cos \gamma) + \sin \delta (\cos \gamma - \mu_b \cdot \cos \delta)]$$

$$F_d = m y_m \omega^2 [\cos \delta \cdot \sin \delta - \cos \delta \cdot \mu_c \cdot \cos \gamma + \sin \delta \cdot \cos \gamma - \sin \delta \cdot \mu_b \cdot \cos \delta]$$

$$F_d = m y_m \omega^2 [\cos \delta \cdot \sin \delta (1 - \mu_c) + \sin \delta (\cos \gamma - \mu_b \cdot \cos \delta)] \quad (2.9)$$

dimana :

F_d = gaya axial pada sleding sheave driver puli yang disebabkan oleh roller sentrifugal (N)

F_c = gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh roller (N)

μ_b = koefisien gesek antara roller dan plat penahan belakang roller

μ_c = koefisien gesek antara roller dengan rumah roller sentrifugal

m = total massa dari roller sentrifugal (kg)

δ = sudut yang terbentuk antara plat penahan belakang roller sentrifugal dengan garis sumbu poros ($^\circ$)

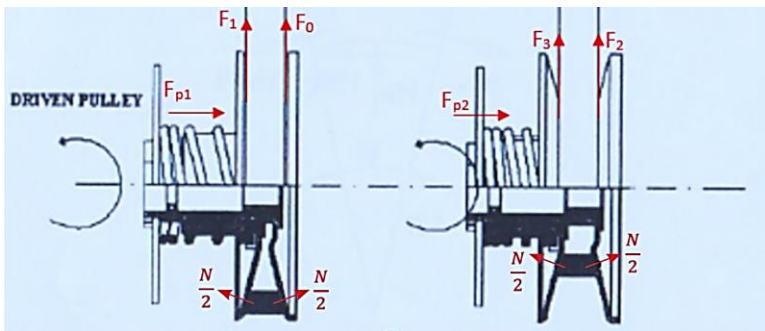
γ = sudut yang terbentuk antara garis axial dan titik singgung antara roller sentrifugal dan rumahnya ($^\circ$)

ω = kecepatan sudut masukan (rad / s)

R_c = gaya normal oleh rumah roller sentrifugal (N)

R_b = gaya normal oleh plat penahan roller sentrifugal (N)

2.6.4 Analisa Gaya pada *Driven Pulley* akibat Tekanan Pegas



Gambar 2.21 Gaya-gaya yang Bekerja pada *Driven Pulley* [6]

Pada gambar 2.20 dapat dilihat bahwa gaya yang melawan dari *Moveable Driven Pulley* adalah gaya dari pegas yang besarnya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F_{\text{pegas}} = K \cdot (x_1 - x_0) \quad (2.10)$$

dimana :

F_{pegas} : Gaya Pegas (N)
 x_1 : Panjang awal (m)
 x_0 : Panjang akhir (m)

Dimana besar dari konstanta pegas divariasikan dan $(x_1 - x_0)$ adalah perubahan jarak dari pegas yang terjadi akibat diberi beban F_{pegas} tertentu.

Pada *driven pulley* akan terjadi gaya aksial yang disebabkan oleh tekanan pegas dimana besar gaya axial dari *driven pulley* (F_{vn}) :

$$\begin{aligned} F_{vn} &= F_{p1} + F_{p2} \\ F_{vn} &= F_{p1} + (K \cdot \Delta x_2) \end{aligned} \quad (2.11)$$

dimana :

F_p : Gaya tekan pegas pada kondisi awal (N)
 K : Konstanta pegas (N/m)
 Δx_2 : Pergeseran arah aksial pada *driven pulley* (m)

Gaya axial yang dihasilkan oleh *roller* sentrifugal pada *driver pulley* diteruskan oleh *V-belt* ke *driven pulley*. Gaya axial tersebut akan mendapat perlawanan oleh gaya aksial pegas pada *driven pulley* (F_{vn}), ketika kedua gaya tersebut setimbang, maka gerakan berada dalam kondisi *steady state*. Rumus yang menjelaskan hubungan antara kedua gaya aksial tersebut adalah :

$$\begin{aligned} F_d &= F_{vn} \\ F_d &= [F_{p1} + (K \cdot \Delta x_2)] \end{aligned} \quad (2.12)$$

Sehingga besar pergeseran *sleeding sheave* (x) dapat diketahui dan rasio transmisi transmisi (i_t) dapat dihitung dengan rumus :

$$i_t = \frac{r_2 - \frac{\Delta x}{\tan \alpha}}{r_1 + \frac{\Delta x}{\tan \alpha}} \quad (2.13)$$

dimana :

Δx : pergeseran arah aksial pada puli (m)

r_2 : radius awal *driven pulley* (m)

r_1 : radius awal *driver pulley* (m)

α : sudut alur puli ($^\circ$)

2.7 Gaya Dorong Kendaraan

Gaya dorong kendaraan didefinisikan sebagai kemampuan kendaraan untuk dipercepat, dan mengatasi hambatan-hambatan yang terjadi, diantaranya hambatan *rolling* ban (*rolling resistance*), hambatan aerodinamis, dan hambatan tanjakan. Kemampuan kendaraan tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin kendaraan dan pemilihan tingkat serta rasio transmisi, seperti yang dirumuskan pada persamaan 2.14.

$$F_t = \frac{T_e \cdot i_t \cdot i_g \cdot \eta_t}{r} \quad (2.14)$$

Dari karakteristik torsi mesin (M_e), terlihat bahwa torsi sebagai fungsi dari putaran mesin. Putaran dari mesin menentukan kecepatan dari kendaraan. Sehingga, karakteristik torsi mesin sebagai fungsi dari kecepatan kendaraan. Adapun hubungan kecepatan dan putaran mesin dapat dirumuskan pada persamaan 2.12.

$$V = \frac{n_e \cdot 2\pi \cdot r}{i_t \cdot i_g \cdot 60} (1 - S) \quad (2.15)$$

Semakin mudah kendaraan dipercepat pada setiap kecepatan maka semakin bagus gaya dorong kendaraan tersebut. Kendaraan yang mudah dipercepat akan sangat mudah mendahului kendaraan. Besarnya percepatan tergantung pada besarnya gaya dorong kendaraan (F_t), hambatan aerodinamis (R_a), dan hambatan rolling (R_r). Besarnya percepatan kendaraan pada jalan datar dirumuskan pada persamaan 2.13.

$$a = \frac{F_t - R_a - R_r}{\gamma_m \cdot M} \quad (2.16)$$

$$\gamma_m = 1,04 + 0,0025 \cdot (i_0)^2 \quad (2.17)$$

$$i_0 = i_t \cdot i_g \quad (2.18)$$

Gaya dorong kendaraan juga dipengaruhi oleh tiga macam gaya hambat, yaitu gaya hambat karena gesekan ban (*rolling resistance*), gaya hambat karena udara (*aerodynamic resistance*), dan gaya hambat karena jalan tanjakan (*grade resistance*).

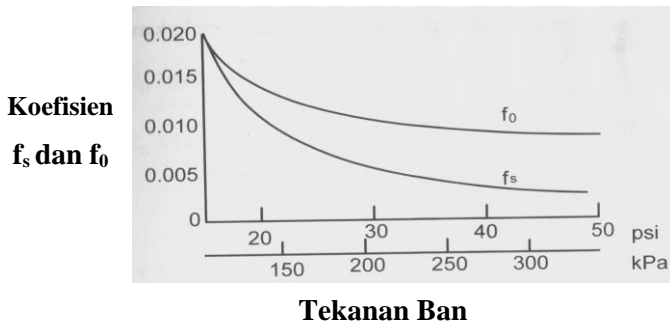
2.8 Hambatan *Rolling*

Hambatan *rolling* adalah gaya hambat pada ban akibat defleksi arah vertikal pada saat berputar. Faktor ini juga sangat mempengaruhi performa kendaraan saat bergerak. Jika gesekan antara permukaan ban dan jalan semakin kecil maka hal ini juga mempengaruhi performa kendaraan. Nilai gaya hambat ini dipengaruhi oleh koefisien hambatan *rolling*, massa kendaraan, dan percepatan gravitasi.

$$R_r = f_r \cdot m \cdot g \quad (2.19)$$

$$f_r = f_0 + f_s \left(\frac{V}{100}\right)^{2,5} \quad (2.20)$$

Sedangkan koefisien Hambatan *rolling* juga dipengaruhi oleh koefisien yang tergantung pada tekanan ban kendaraan.



Gambar 2.22 Koefisien f_s dan f_0 Kendaraan

2.9 Hambatan Aerodinamis

Hambatan Aerodinamis adalah gaya hambat yang terjadi berlawanan arah dengan kendaraan secara horizontal pada kecepatan tertentu. Bentuk *body* kendaraan juga berperan penting dalam terjadinya gaya hambat udara. Sehingga hal ini juga dapat mempengaruhi performa kendaraan. Nilai gaya hambat ini dipengaruhi oleh koefisien *aerodynamic resistance*, densitas udara, kecepatan kendaraan, dan luas frontal kendaraan.

$$R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot V^2 \cdot A_f \quad (2.21)$$

Tabel 2.2 Koefisien *Aerodynamic Resistance* Kendaraan

Jenis Kendaraan	Koefisien Hambat
Kendaraan penumpang	0,3 - 0,6
Kendaraan convertible	0,4 - 0,65
Kendaraan balap	0,25 - 0,3
Bus	0,6 - 0,7
Truck	0,8 - 1,0
Tractor - trailer	0,8 - 1,3
Sepeda motor + pengendara	1,8

2.10 Spesifikasi Kendaraan Honda Vario 150

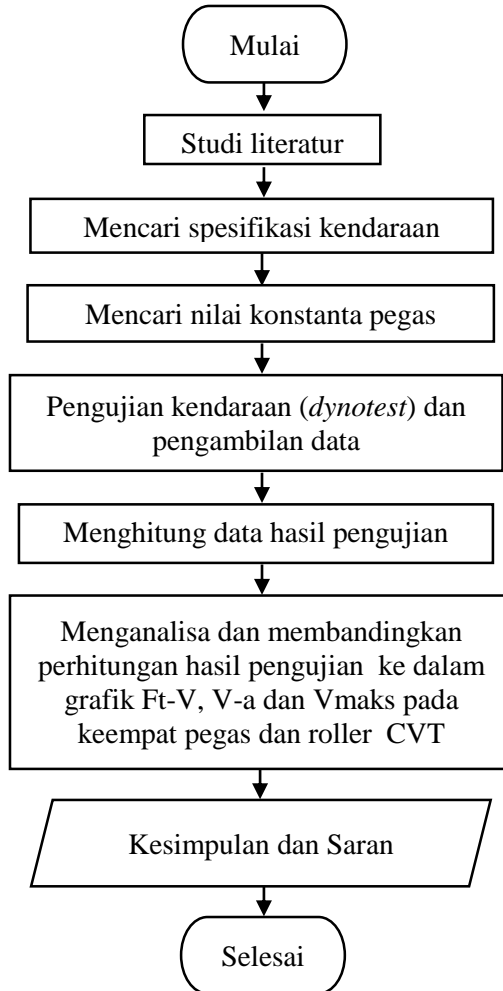
Berikut merupakan tabel Spesifikasi Honda Vario 150 cc PGM-FI

Tabel 2.3 Spesifikasi Kendaraan Honda Vario 150 [10]

Diameter x Langkah	57,3 x 57,9 mm
Volume Langkah	149,3 cc
Perbandingan Kompresi	10,6 : 1
Daya Maksimum	9,3 KW / 8500 rpm
Torsi Maksimum	12,8 N.m / 5000 rpm
Starter	Pedal & Elektrik
Sistem Bahan Bakar	Injeksi (PGM-FI)
Tipe mesin	4 langkah, SOHC
Kapasitas Tangki	5,5 liter bahan bakar
Rasio Final Drive	10,6:1
Transmisi	Otomatis, V-matic
Kelistrikan	Baterai 12 V – 5 Ah (tipe MF)
Sistem pengapian	Full transistorize, baterai
Panjang x Lebar x Tinggi	1.921 x 683 x 1.096 mm
Jarak Sumbu Roda	1.280 mm
Jarak Terendah ke Tanah	135 mm
Curb Weight	109 kg
Tipe Rangka	Tulang punggung
Tipe Suspensi Depan	Teleskopik
Ukuran Ban Depan	80/90 - 14M/C 40P <i>Tubeless</i>
Ukuran Ban Belakang	90/90 - 14M/C 46P <i>Tubeless</i>
Rem Depan	Cakram Hidrolik, Piston Tunggal

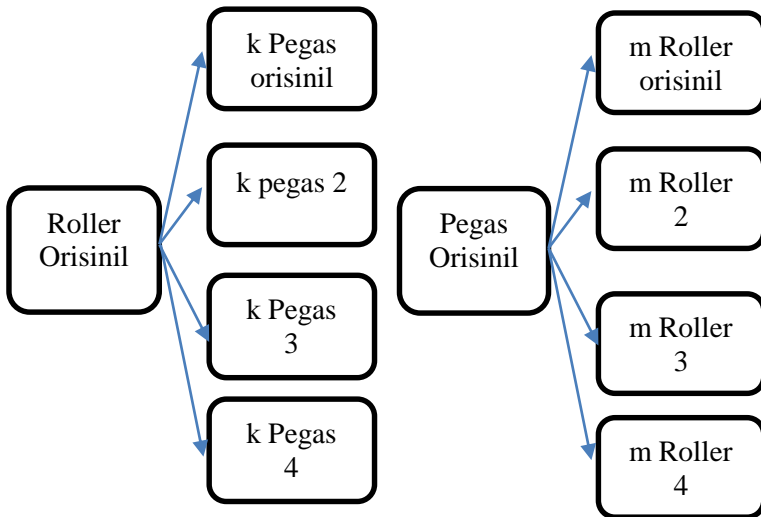
BAB III METODOLOGI

3.1 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

Gambar 3.1 menjelaskan tentang diagram alir dari penelitian ini. Tahap awal dari penelitian ini adalah dilakukan studi literatur, yaitu dengan merumuskan permasalahan dan mengkaji permasalahan tersebut. Kajian bisa dilakukan melalui buku, jurnal, dan penelitian-penelitian terdahulu. Tahap kedua adalah penentuan jenis kendaraan sebagai obyek penelitian. Pada penelitian ini, kendaraan yang akan diuji dan dianalisa adalah Honda Vario 150. Setelah diperoleh data kendaraan melalui pengujian, maka akan dilakukan analisa pengaruh dari keempat macam pegas dan roller CVT terhadap performa kendaraan.



Gambar 3.2 Skema Pengujian kendaraan dengan (a) variasi pegas dan (b) variasi roller

Gambar 3.2 a menggambarkan bahwa roller orisinil akan dilakukan pengujian terlebih dahulu dengan pegas orisinil vario 150, kemudian akan dilakukan percobaan dengan variasi pegas 1000 rpm, 1500 rpm dan 2000 rpm.

Gambar 3.2 b menggambarkan bahwa pegas orisinil Vario 150 akan dilakukan pengujian dengan empat variasi roller dengan massa yang berbeda, masing-masing roller dengan berat 9 gram, 12 gram, 15 gram dan 18 gram.

3.2 Peralatan yang Digunakan

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Sepeda motor tipe matik Honda Vario 150 cc
2. Alat *dynostest*
3. Timbangan digital
4. Jangka sorong

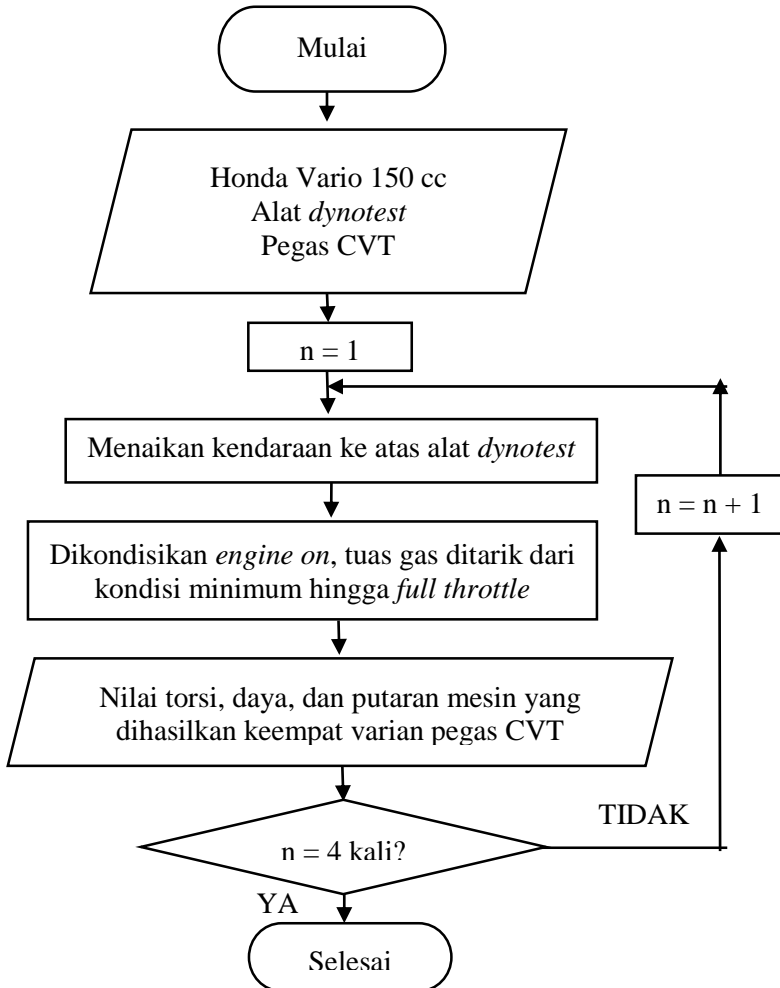
3.3 Menentukan Kekakuan Pegas

Adapun tahap-tahap pengujiannya antara lain:

1. Menyiapkan beban dengan massa 6 kg, 84 kg, 13,2 kg, 19 kg, jangka sorong, dan pegas CVT
2. Mengukur tinggi pegas pada kondisi tanpa pembebanan (h_f) menggunakan jangka sorong
3. Memberi setiap beban pada pegas.
4. Mengukur tinggi pegas pada kondisi pembebanan (h_s) menggunakan jangka sorong
5. Menghitung defleksi pegas (δ), dimana $\delta = h_f - h_s$
6. Menghitung gaya (F) yang diberikan masing-masing massa, dimana $F = m \cdot g$
7. Menghitung konstanta pegas (k), dimana $k = \frac{F}{\delta}$
8. Mengulangi langkah 1-7 dengan mengganti pegas CVT yang lain
9. Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai konstanta masing-masing pegas CVT dengan pembebanan massa yang berbeda-beda.

3.4 Prosedur Pengujian Kendaraan

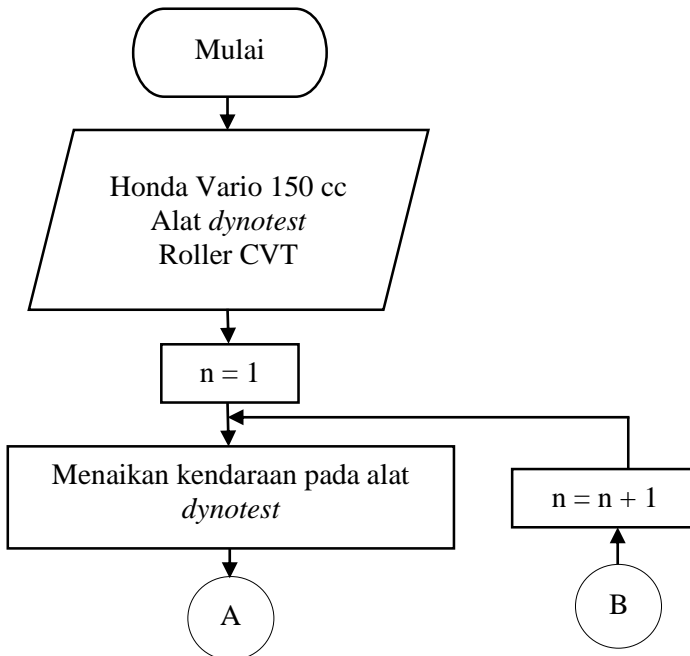
3.4.1 Pengujian Kendaraan dengan Variasi Pegas

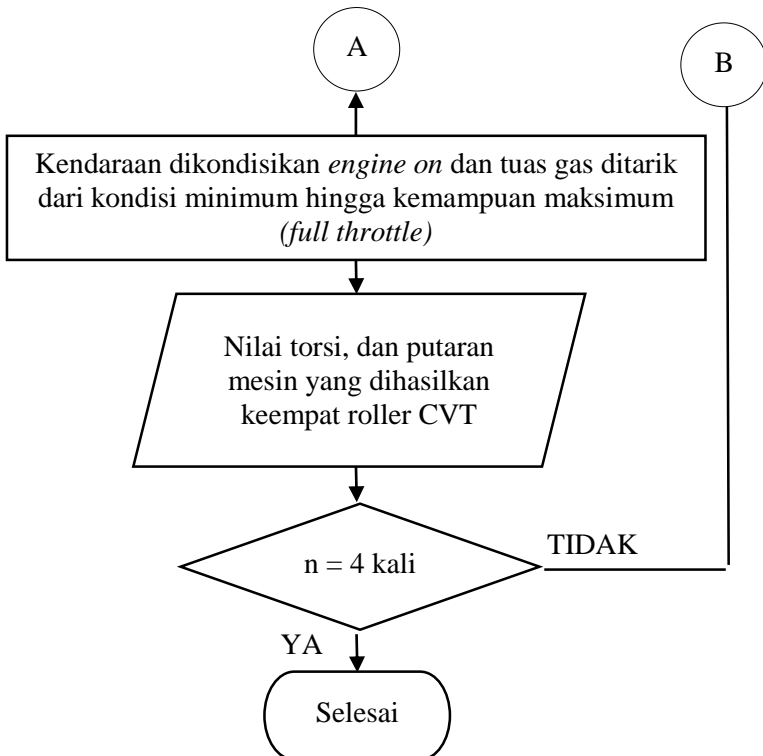


Gambar 3.3 Flowchart Pengujian Kendaraan Dengan Variasi Pegas

Skema pengujian kendaraan dengan variasi pegas dapat dilihat pada gambar 3.3. Awalnya kendaraan dengan komponen CVT orisinil diset pada alat pengujian dynotest, kemudian diikat dengan tali pengaman sesuai standar operasional prosedur. Selanjutnya melakukan *set up* alat uji dengan menentukan parameter parameter yang akan ditampilkan dalam grafik dan data hasil *dynotest*. Kemudian kendaraan dinyalakan dan throttle dibuka penuh hingga kendaraan telah mencapai kemampuan maksimum dan hasil *dynotest* yang didapat adalah torsi roda sebagai fungsi dari putaran dari roda itu sendiri. Selanjutnya dengan langkah yang sama, kendaraan diuji dengan variasi pegas yang lain yaitu 1000 rpm, 1500 rpm dan 2000 rpm.

3.4.2 Pengujian Kendaraan Dengan Variasi Roller

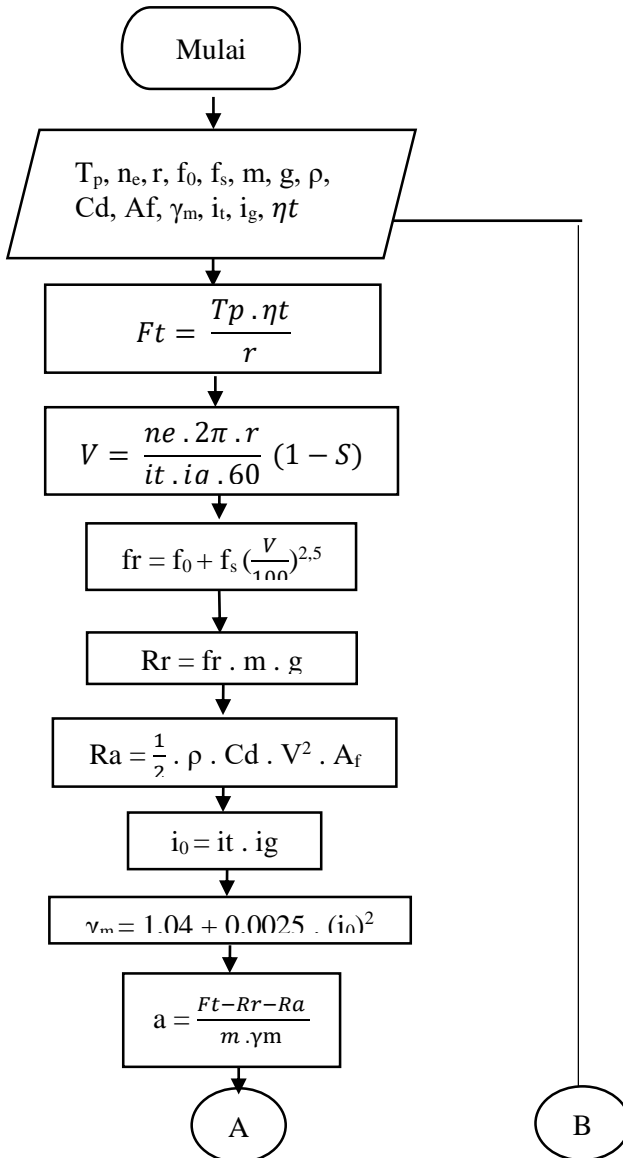


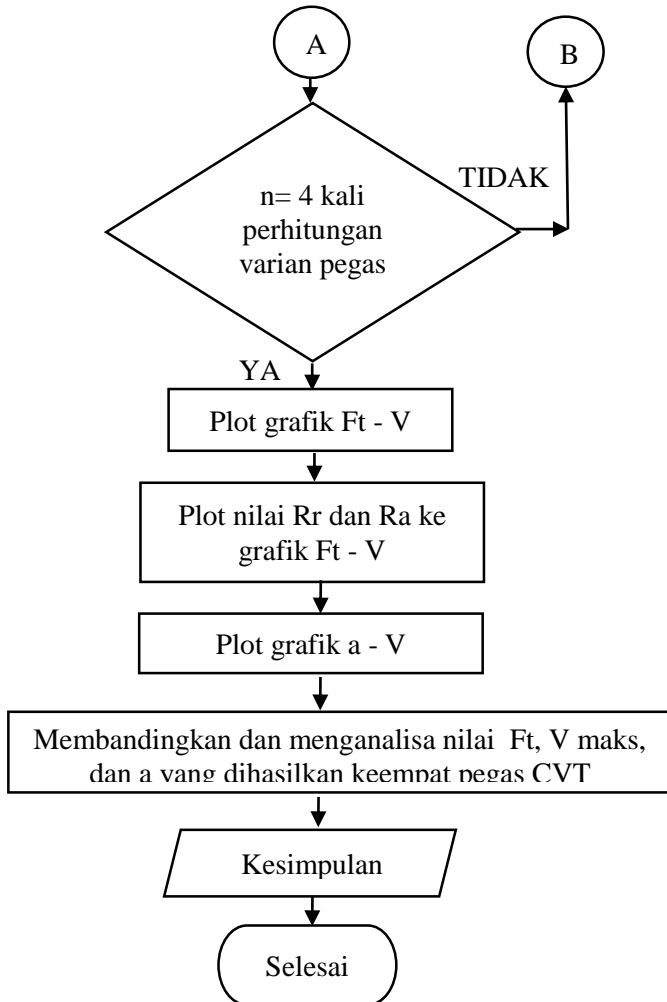


Gambar 3.4 Flowchart Pengujian Kendaraan Dengan Variasi Roller

Skema pengujian kendaraan dengan variasi roller dapat dilihat pada gambar 3.4. Awalnya kendaraan dengan variasi roller 15 gram diset pada alat pengujian *dynotest*, kemudian diikat dengan tali pengaman. Selanjutnya menentukan parameter yang akan ditampilkan dalam grafik dan data hasil *dynotest*. Kemudian kendaraan dinyalakan dan tuas dibuka penuh hingga kendaraan mencapai kemampuan maksimum. Hasil *dynotest* yang didapat adalah torsi roda, dan rpm sebagai fungsi dari putaran dari roda itu sendiri. Dengan langkah yang sama, kendaraan diuji dengan variasi pegas yang lain yaitu 9 gram, 12 gram dan 18 gram.

3.5 Prosedur Perhitungan





Gambar 3.5 Flowchart Perhitungan dengan Pengaruh Variasi Pegas dan *Roller*

Gambar 3.5 menggambarkan diagram alir tentang prosedur perhitungan dan analisa kendaraan dengan pengaruh variasi konstanta pegas dan roller CVT. meliputi data yang didapatkan dari uji kendaraan, rumus yang digunakan dalam proses perhitungan untuk selanjutnya di plot ke dalam grafik, melakukan analisa dan terakhir menarik kesimpulan dari hasil penelitian tentang pengaruh variasi roller terhadap gaya dorong, kecepatan maksimum dan percepatan yang dihasilkan. Adapun langkah-langkah perhitungannya yaitu:

1. Mengumpulkan data hasil *dynotest* yaitu torsi, daya, dan putaran roda
2. Menghitung gaya dorong kendaraan $Ft = \frac{Tp \cdot \eta t}{r}$
3. Menghitung kecepatan kendaraan $V = \frac{ne \cdot 2\pi \cdot r}{it \cdot ig \cdot 60} (1 - S)$
4. Menghitung koefisien gaya hambat akibat gesekan roda kendaraan dengan jalan (*rolling resistance*) yang merupakan fungsi dari tekanan ban dan kecepatan kendaraan $f_r = f_0 + f_s \left(\frac{V}{100}\right)^{2,5}$
5. Menghitung gaya hambat akibat gesekan roda kendaraan dengan jalan (*rolling resistance*) $R_r = f_r \cdot m \cdot g$
6. Menghitung gaya hambat akibat udara, $R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot V^2 \cdot A_f$
7. Menghitung percepatan kendaraan $a = \frac{Ft - R_r - R_a}{m \cdot \gamma m}$
8. Mengulangi langkah perhitungan 1-7 dengan varian pegas dan roller yang berbeda
9. Melakukan plot grafik $Ft - V$
10. Melakukan plot nilai R_r dan R_a ke grafik $Ft - V$
11. Melakukan plot grafik $a - V$
12. Membandingkan nilai gaya dorong (Ft), kecepatan maksimum (V maks), dan percepatan (a) kendaraan yang dihasilkan keempat pegas dan *roller* CVT
13. Melakukan analisa dan menarik kesimpulan

[Halaman Sengaja Dikosongkan]

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

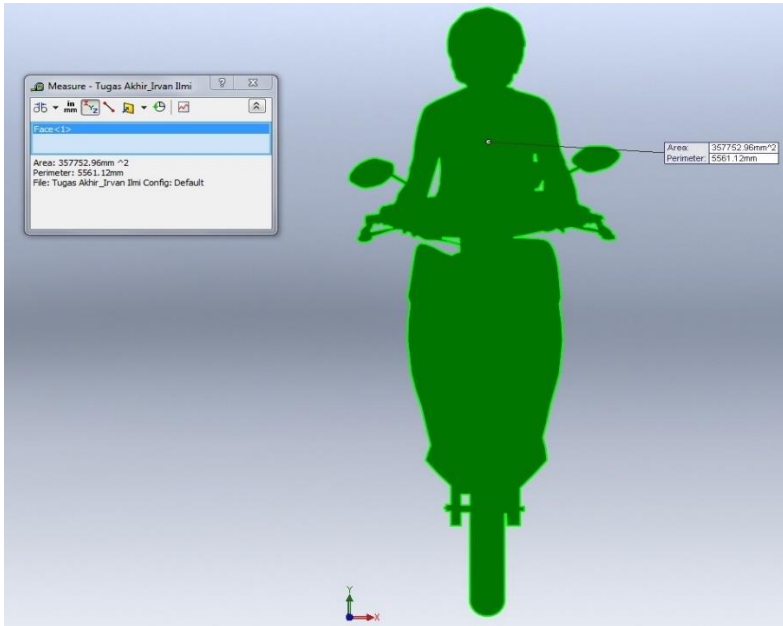
4.1 Data Hasil Pengujian

4.1.1 Data Pengukuran Luas Frontal Kendaraan dan *Set-up* Pengujian Kendaraan

Pada gambar 4.2, Pengukuran luas *frontal* kendaraan dengan pengemudi dilakukan dengan *software Solidwork 2014*. Pengolahan data pada skala dari foto dibanding skala sebenarnya terhadap luas penampang depan kendaraan. Hasil pengolahan data didapatkan nilai luas *frontal* kendaraan dengan pengemudi senilai $357752,96 \text{ mm}^2$ atau $0,36 \text{ m}^2$.



Gambar 4.1 Kendaraan dan Pengendara Tampak Depan



Gambar 4.2 Hasil Pengukuran Luas Frontal Dengan Software

Gambar 4.3 Menunjukkan *set-up* pengujian *dynotest* yang dilakukan di bengkel Iquteche Racing. *Set up* kendaraan ini digunakan untuk setiap variasi dari pegas dan roller CVT dimana pengujian dilakukan langsung pada kendaraan, dimana roda belakang mengalami kontak langsung dengan roller *dyno*. Proses pengujian *dynotest* ini dilakukan dengan menahan ban depan serta sisi kanan dan kiri dari kendaraan sebagai sistem keamanan pengujian. *Blower* diletakkan di bagian depan kendaraan sebagai simulasi gaya hambat udara pada kendaraan. Pada prosedur pengujian kondisi ban diharapkan dalam keadaan masih bagus dengan tekanan ban standar. Diharapkan tidak terjadi slip antara roda dengan roller alat uji *dynotest*.



.Gambar 4.3 *Set-up* pengujian dynotest dan
Gambar 4.4 *Set-up* tampak roda depan

4.1.2 Data Pengujian Kekakuan Pegas

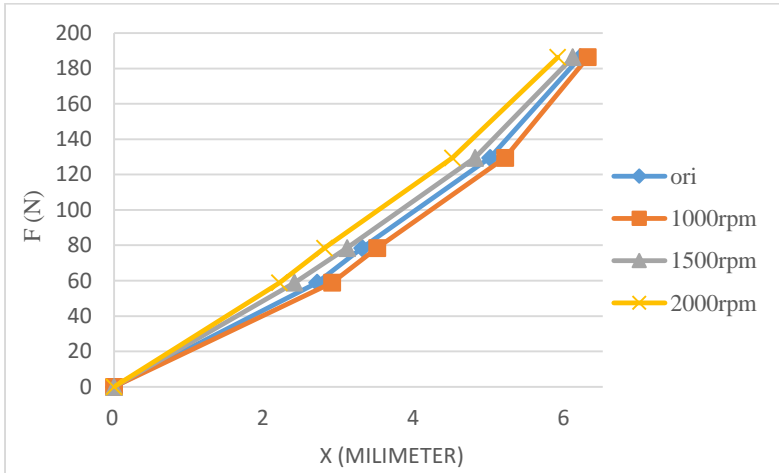
Tabel 4.1 Data Pengujian Kekakuan Pegas

ORI			
m (kg)	F (N)	x (mm)	k (N/mm)
0	0	0	0
6	58,86	2,7	21,8
8	78,48	3,3	23,78182
13,2	129,492	5	25,8984
19	186,39	6,2	30,0629

1000rpm			
m (kg)	F (N)	x (mm)	k (N/mm)
0	0	0	0
6	58,86	2,9	20,29655
8	78,48	3,5	22,42286
13,2	129,492	5,2	24,90231
19	186,39	6,3	29,58571

1500rpm			
m (kg)	F (N)	x (mm)	k (N/mm)
0	0	0	0
6	58,86	2,4	24,525
8	78,48	3,1	25,31613
13,2	129,492	4,8	26,9775
19	186,39	6,1	30,55574

2000rpm			
m (kg)	F (N)	x (mm)	k (N/mm)
0	0	0	0
6	58,86	2,2	26,75455
8	78,48	2,8	28,02857
13,2	129,492	4,5	28,776
19	186,39	5,9	31,59153

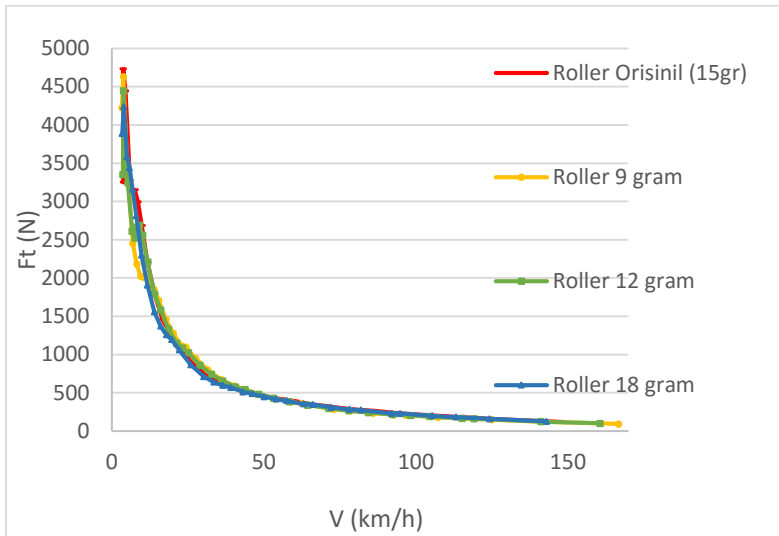


Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Pengujian Kekakuan Pegas

Pada tabel 4.1, konstanta pegas dilakukan dengan memberikan pembebanan dengan massa yang bervariasi yaitu, 6 kg, 8 kg, 13,2 kg dan 19 kg. Selanjutnya besar kekakuan pegas dihitung dengan menggunakan rumus $k = \frac{F}{x}$ dimana F merupakan gaya yang diberikan dan x merupakan defleksi dari panjang pegas awal dikurangi panjang pegas setelah dikenai pembebanan. Nilai konstanta pegas yang didapatkan dari hasil pengujian dengan pembebanan terbesar yaitu 30,06 N/mm untuk pegas orisinil, 29,56 N/mm untuk pegas 1000 rpm, 30,56 N/mm untuk pegas 1500 rpm dan 31,59 N/mm untuk pegas 2000 rpm. Pada pembahasan selanjutnya, nilai konstanta digunakan untuk penamaan pegas.

4.2 Analisa Data dan Pembahasan dengan Pengaruh Variasi Massa Roller CVT

4.2.1 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan Setiap Roller CVT

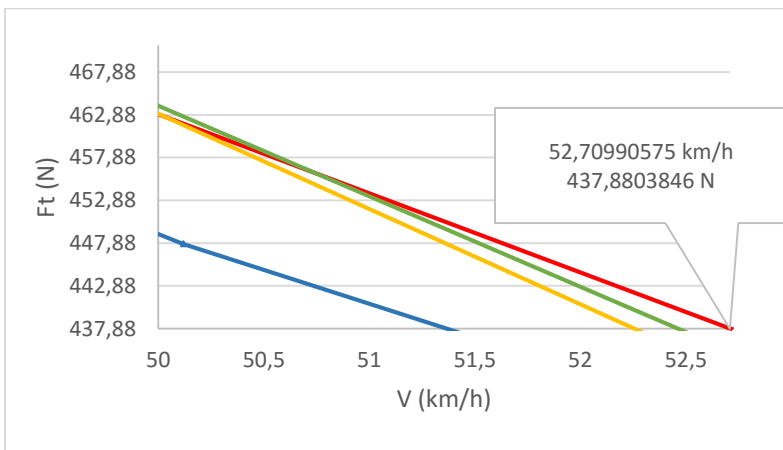
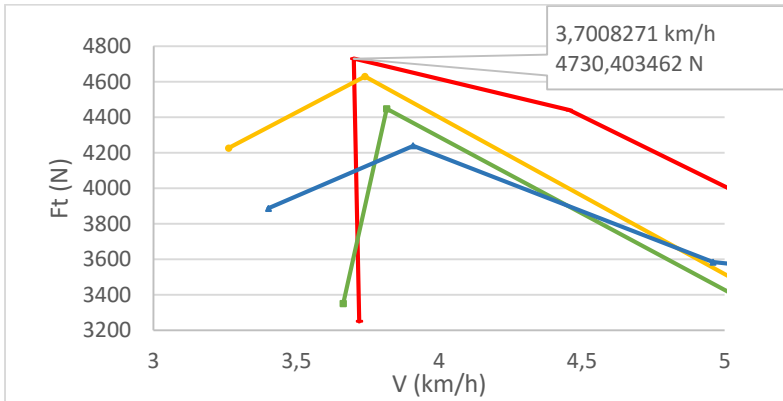


Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan dengan Variasi Roller

Pada gambar 4.6 dapat dilihat grafik perbandingan gaya dorong kendaraan yang dihasilkan oleh varian roller dengan massa 15 gram, 9 gram, 12 gram dan 18 gram sebagai fungsi kecepatan kendaraan. Dimana koordinat y merupakan fungsi gaya dorong kendaraan yang dihasilkan (F_t) dan sumbu x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V). Nilai gaya dorong kendaraan merupakan hasil konversi nilai torsi dari hasil uji *dyno* dimana $F_t = \frac{T_e \cdot it \cdot ig}{r}$. Nilai kecepatan kendaraan merupakan konversi dari putaran mesin yang diperoleh dari proses uji *dyno*, dimana $V = \frac{ne \cdot 2\pi \cdot r}{it \cdot ig \cdot 60}$.

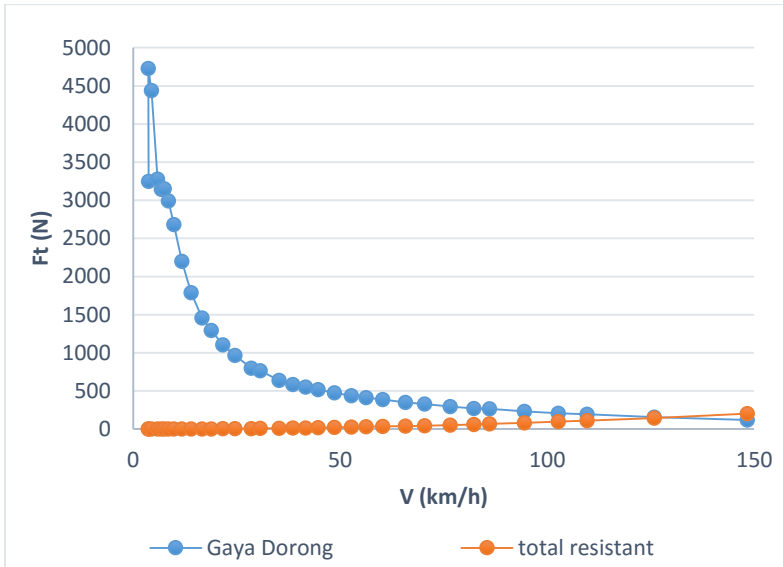
Secara umum, karakteristik grafik nilai gaya dorong kendaraan pada kecepatan awal kendaraan sampai kecepatan 50 km/jam yang dihasilkan masing-masing roller relatif tidak sama. Hal tersebut berlaku pada roller dengan berat 9 gram, 12 gram dan 15 gram yang trendlinenya terlihat tidak halus pada rentang kecepatan awal, namun cenderung stabil dan halus pada kecepatan tinggi (diatas 50 km/jam), sedangkan pada varian roller 18 gram trendline grafik cenderung halus dari kecepatan awal sampai kecepatan maksimum. Besar kecilnya gaya tekan roller sentrifugal terhadap pulley bergerak ini berbanding lurus dengan berat roller sentrifugal dan putaran mesin. Hal ini diakibatkan oleh berat roller yang berbeda-beda, Semakin berat roller maka akan semakin cepat bergerak mendorong pulley bergerak pada pulley primer sehingga bisa menekan *belt* ke posisi terkecil. Di sisi lain, karakteristik grafik gaya dorong yang dihasilkan keempat varian roller relatif sama pada kecepatan lebih dari 50 km/jam dikarenakan gaya dorong yang dihasilkan roller pada pulley utama sudah dapat mengimbangi pegas yang ditekan oleh *belt* pada pulley sekunder. Grafik diatas berbeda dengan grafik gaya dorong ideal. Hal ini diakibatkan karena kondisi nyata yang dialami kendaraan saat diuji berbeda dengan kondisi ideal, *human error* dan adanya penyesuaian pembacaan nilai torsi mesin oleh alat uji pada saat proses awal pengujian.

Dengan klasifikasi bahwa kecepatan rendah pada 0 km/jam sampai 50 km/jam dan kecepatan tinggi diatas 50 km/jam, maka dari keempat pengujian pegas standar dengan variasi berat roller, nilai gaya dorong maksimum kendaraan terbesar mampu dihasilkan oleh roller orisinil (15 gram) yaitu senilai 4730,40 N pada kecepatan 3,70 km/jam dan mampu menghasilkan nilai gaya dorong terbesar pada kecepatan rendah. Roller 15 gram juga mampu menghasilkan nilai gaya dorong terbesar pada kecepatan tinggi. Nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan senilai 437,89 N pada kecepatan 52,70 km/jam, seperti terlihat pada gambar 4.6 a dan b berikut.



Gambar 4.6 Gaya Dorong Kendaraan (a) pada Kecepatan Rendah dan (b) pada Kecepatan Tinggi

4.2.2 Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Roller 15 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat



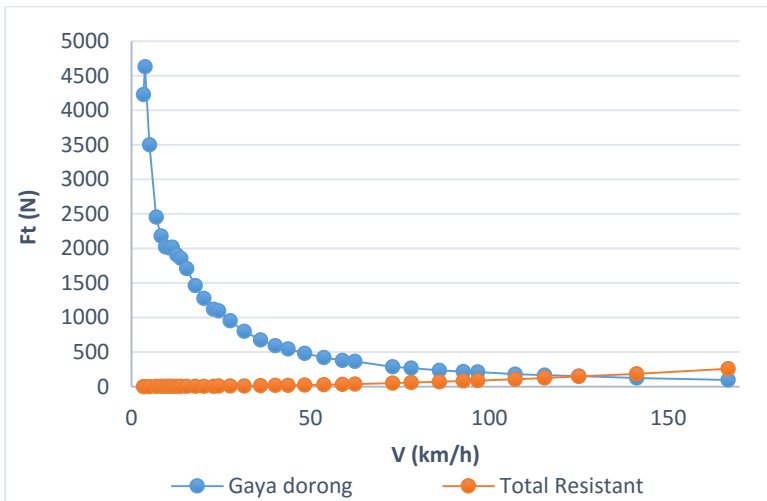
Gambar 4.7 Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Roller 15 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat

Pada gambar 4.7 dapat dilihat trendline grafik gaya dorong kendaraan yang dihasilkan pegas dan roller standar dengan koordinat y merupakan fungsi gaya dorong kendaraan (F_t) dan koordinat x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V) dimana gaya dorong tersebut dipengaruhi oleh gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambarhanya gaya hambat udara. Nilai gaya hambat udara dipengaruhi oleh densitas udara, koefisien drag, luas frontal kendaraan dan pengendara, serta kecepatan relatif udara dan kendaraan ($R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot V^2 \cdot A_f$). Karena pada saat proses *dynotest* udara dianggap tidak bergerak, maka kecepatan udara

yang menerpa kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan. Semakin meningkat kecepatan kendaraan, maka semakin meningkat pula nilai gaya hambat udara. Dari kedua trendline grafik pada gambar 4.7 diperoleh nilai kecepatan maksimum yang dicapai kendaraan.

Nilai kecepatan maksimum diperoleh dari titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara. Titik potong ini berarti nilai gaya dorong kendaraan sama dengan gaya hambat udara terhadap kendaraan. Sehingga pada kecepatan dimana terdapat titik potong tersebut merupakan kecepatan maksimum kendaraan atau saat percepatan kendaraan sama dengan nol. Pada gambar 4.7 terlihat kecepatan maksimum kendaraan senilai 128,06 km/jam.

4.2.3 Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Roller 9 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat

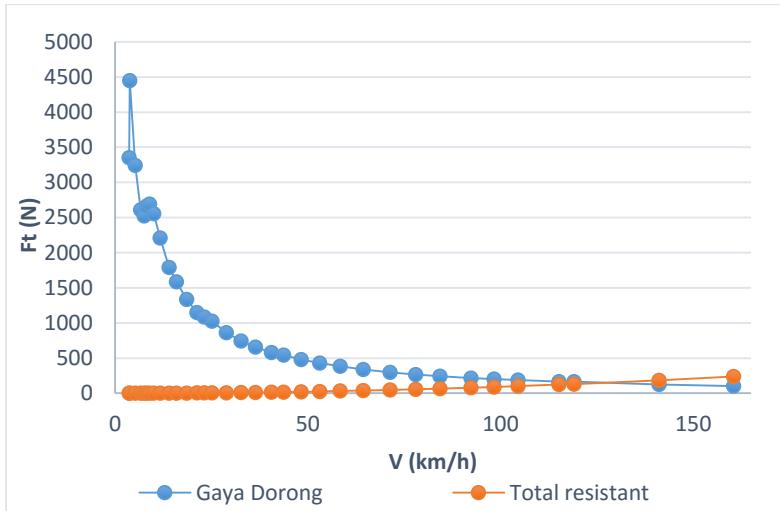


Gambar 4.8 Grafik Gaya Dorong Kendaraan Roller 9 Gram beserta Pengaruh Gaya Hambat

Pada gambar 4.8 dapat dilihat trendline grafik gaya dorong kendaraan yang dihasilkan roller 9 gram dengan koordinat y merupakan fungsi gaya dorong kendaraan (F_t) dan koordinat x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V) dimana gaya dorong tersebut dipengaruhi oleh gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambar hanya gaya hambat udara. Nilai gaya hambat udara dipengaruhi oleh densitas udara, koefisien drag, luas frontal kendaraan dan pengendara, serta kecepatan relatif udara dan kendaraan ($R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot V^2 \cdot A_f$). Karena pada saat proses *dynotest* udara dianggap tidak bergerak, maka kecepatan udara yang menerpa kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan. Semakin meningkat kecepatan kendaraan, maka semakin meningkat pula nilai gaya hambat udara. Dari kedua trendline grafik pada gambar 4.8 diperoleh nilai kecepatan maksimum yang dicapai kendaraan.

Nilai kecepatan maksimum diperoleh dari titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara. Titik potong ini berarti nilai gaya dorong kendaraan sama dengan gaya hambat udara terhadap kendaraan. Sehingga pada kecepatan dimana terdapat titik potong tersebut merupakan kecepatan maksimum kendaraan atau saat percepatan kendaraan sama dengan nol. Pada gambar 4.8 terlihat kecepatan maksimum kendaraan senilai 126,23 km/jam.

4.2.4 Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Roller 12 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat



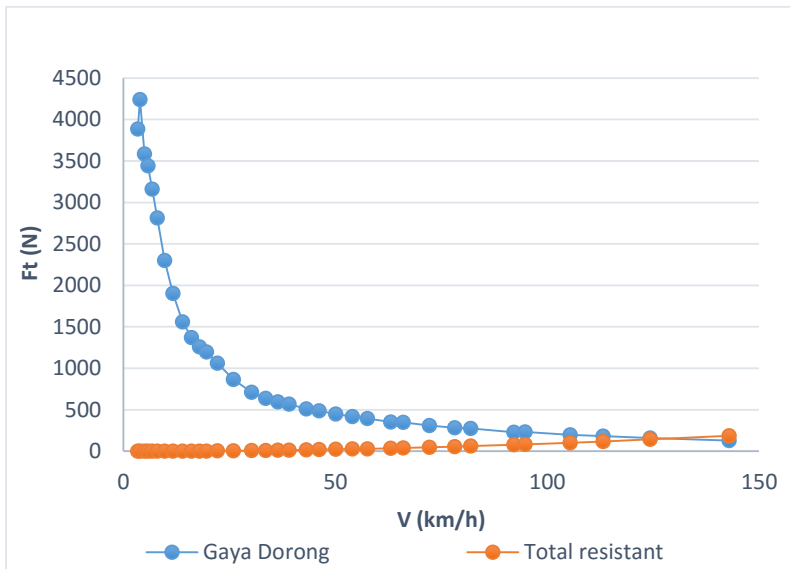
Gambar 4.9 Grafik Gaya Dorong Kendaraan Roller 12 gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat

Pada gambar 4.9 dapat dilihat trendline grafik gaya dorong kendaraan yang dihasilkan roller 12 gram dengan koordinat y merupakan fungsi gaya dorong kendaraan (F_t) dan koordinat x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V) dimana gaya dorong tersebut dipengaruhi oleh gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambarhanya gaya hambat udara. Nilai gaya hambat udara dipengaruhi oleh densitas udara, koefisien drag, luas frontal kendaraan dan pengendara, serta kecepatan relatif udara dan kendaraan ($R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot V^2 \cdot A_f$). Karena pada saat proses *dynotest* udara dianggap tidak bergerak, maka kecepatan udara yang menerpa kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan. Semakin meningkat

kecepatan kendaraan, maka semakin meningkat pula nilai gaya hambat udara. Dari kedua trendline grafik pada gambar 4.9 diperoleh nilai kecepatan maksimum yang dicapai kendaraan.

Nilai kecepatan maksimum diperoleh dari titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara. Titik potong ini berarti nilai gaya dorong kendaraan sama dengan gaya hambat udara terhadap kendaraan. Sehingga pada kecepatan dimana terdapat titik potong tersebut merupakan kecepatan maksimum kendaraan atau saat percepatan kendaraan sama dengan nol. Pada gambar 4.9 terlihat kecepatan maksimum kendaraan senilai 126,96 km/jam.

4.2.5 Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Roller 18 Gram Beserta Pengaruh Gaya Hambat

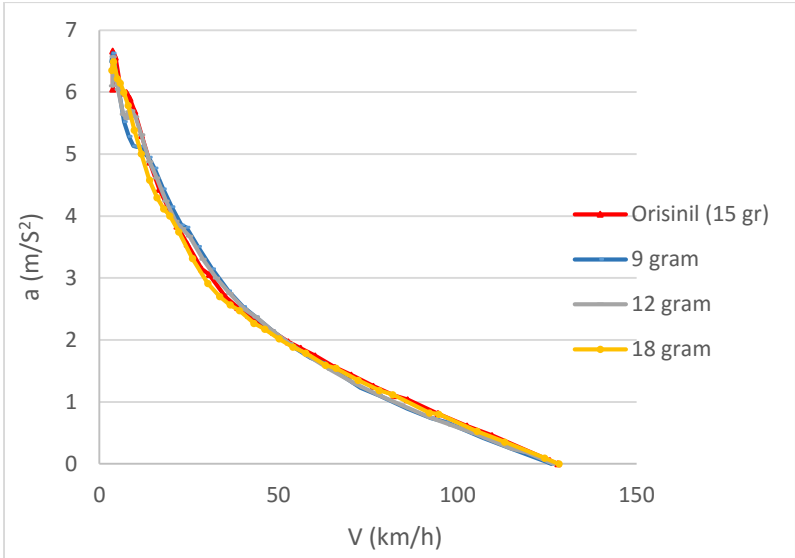


Gambar 4.10 Grafik Gaya Dorong Kendaraan Roller 18 Gram beserta Pengaruh Gaya Hambat

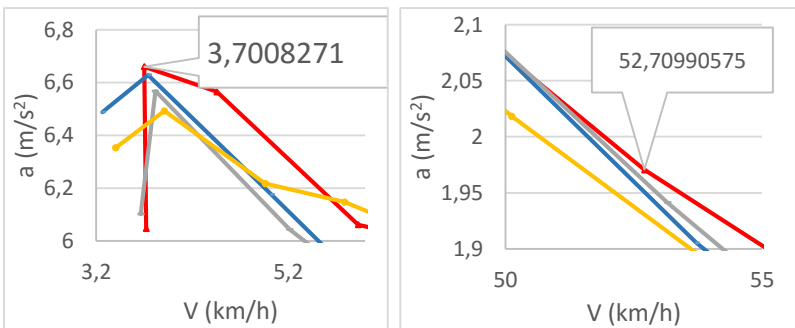
Pada gambar 4.10 dapat dilihat trendline grafik gaya dorong kendaraan yang dihasilkan roller 18 gram dengan koordinat y merupakan fungsi gaya dorong kendaraan (F_t) dan koordinat x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V) dimana gaya dorong tersebut dipengaruhi oleh gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambar hanya gaya hambat udara. Nilai gaya hambat udara dipengaruhi oleh densitas udara, koefisien drag, luas frontal kendaraan dan pengendara, serta kecepatan relatif udara dan kendaraan ($R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot V^2 \cdot A_f$). Karena pada saat proses *dynotest* udara dianggap tidak bergerak, maka kecepatan udara yang menerpa kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan. Semakin meningkat kecepatan kendaraan, maka semakin meningkat pula nilai gaya hambat udara. Dari kedua trendline grafik pada gambar 4.10 diperoleh nilai kecepatan maksimum yang dicapai kendaraan.

Nilai kecepatan maksimum diperoleh dari titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara. Titik potong ini berarti nilai gaya dorong kendaraan sama dengan gaya hambat udara terhadap kendaraan. Sehingga pada kecepatan dimana terdapat titik potong tersebut merupakan kecepatan maksimum kendaraan atau saat percepatan kendaraan sama dengan nol. Pada gambar 4.10 terlihat kecepatan maksimum kendaraan senilai 128,29 km/jam.

4.2.6 Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan dengan Variasi Roller CVT



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan dengan Variasi Roller



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan (a) Pada Kecepatan Rendah dan (b) Pada Kecepatan Tinggi

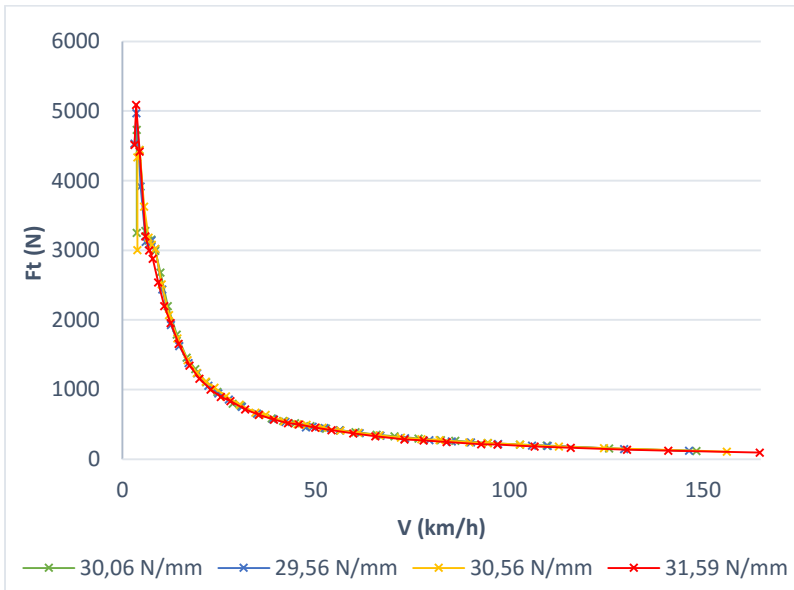
Pada gambar 4.11 dapat dilihat trendline grafik perbandingan percepatan kendaraan yang dihasilkan keempat varian roller 9 gram, 12 gram 15 gram dan 18 gram dimana koordinat y merupakan fungsi percepatan kendaraan (a) dan koordinat x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V). Pada pembahasan sebelumnya telah dijelaskan bahwa nilai percepatan kendaraan dipengaruhi oleh nilai gaya dorong kendaraan, gaya hambat rolling, gaya hambat udara, massa kendaraan dan pengemudi, serta faktor massa dari komponen kendaraan yang berotasi $a = \frac{F_t - R_a - R_r}{m \cdot y_m}$. Nilai gaya dorong kendaraan merupakan konversi dari torsi mesin yang dihasilkan dari pengujian kendaraan. Karena pada saat proses pengujian, nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil kalkulasi yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada grafik diatas hanya gaya hambat udara.

Secara umum, karakteristik trendline grafik percepatan kendaraan yang dihasilkan adalah sama pada kecepatan 30 km/jam, hanya berbeda pada kecepatan awal saja. Hal ini dikarenakan nilai gaya dorong pada kecepatan tertentu yang dihasilkan masing-masing roller tidak sama. Disamping karena masing-masing memiliki rasio transmisi yang berbeda. Perbedaan rasio transmisi tersebut diakibatkan oleh berat roller yang berbeda, roller yang terlalu ringan membutuhkan gaya yang lebih besar untuk mendorong pulli bergerak pada pulli primer sehingga bisa menekan pegas pada pulli sekunder oleh *belt*.

Dengan klasifikasi bahwa kecepatan rendah pada 0 km/jam sampai 50 km/jam dan kecepatan tinggi diatas 50 km/jam, maka dari keempat varian roller dapat diketahui bahwa roller orisinil (15 gram) mampu menghasilkan nilai percepatan maksimum kendaraan pada kecepatan rendah yaitu sebesar 6,66 m/s² pada kecepatan 3,70 km/jam. Roller orisinil juga mampu menghasilkan nilai percepatan terbesar pada kecepatan tinggi. Nilai percepatan kendaraan yang dihasilkan oleh roller 15 gram tersebut senilai 1,97 m/s² pada kecepatan 52,71 km/jam.

4.3 Analisa Data dan Pembahasan dengan Pengaruh Variasi Pegas CVT

4.3.1 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan Setiap Pegas



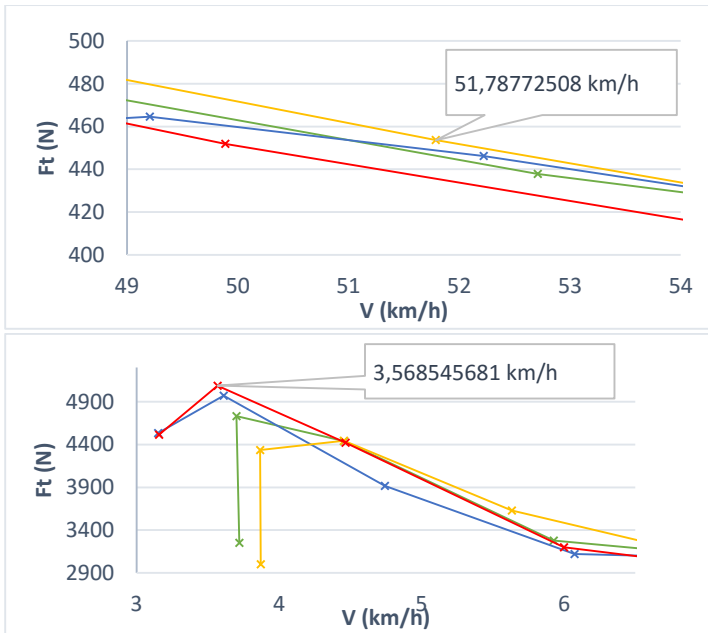
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan dengan Variasi Pegas

Pada gambar 4.12 dapat dilihat grafik perbandingan gaya dorong kendaraan yang dihasilkan keempat pegas sebagai fungsi kecepatan kendaraan dimana sumbu y merupakan fungsi gaya dorong kendaraan (F_t) dan sumbu x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V). Nilai gaya dorong kendaraan merupakan hasil konversi nilai torsi dari hasil uji *dyno* dimana $F_t = \frac{T_e \cdot it \cdot ig}{r}$.

Nilai kecepatan kendaraan merupakan konversi dari putaran mesin yang diperoleh dari proses uji *dyno*, dimana $V = \frac{ne \cdot 2\pi \cdot r}{it \cdot ig \cdot 60}$.

Secara umum, karakteristik grafik nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan keempat pegas adalah sama pada kecepatan lebih dari 30 km/jam. Tetapi nilai gaya dorong pada

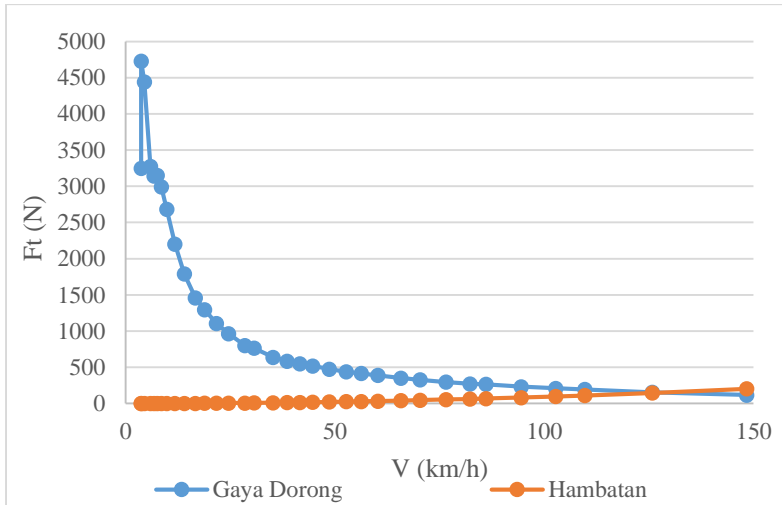
kecepatan awal kendaraan sampai kecepatan 30 km/jam yang dihasilkan masing-masing pegas relatif tidak sama dengan trendline yang tidak halus kemudian trendline menurun halus pada kecepatan lebih dari 30 km/jam. Hal ini dikarenakan masing-masing pegas memiliki rasio transmisi yang berbeda. Perbedaan rasio transmisi tersebut diakibatkan karena masing-masing pegas memiliki nilai konstanta pegas yang berbeda. Semakin besar nilai konstanta pegas maka semakin besar pula gaya yang dibutuhkan belt untuk menekan pegas pada pulley sekunder, sehingga rasio transmisi tidak mudah berubah. Selain itu perbedaan trendline pada kecepatan awal juga dipengaruhi oleh berat roller pada pulley primer. Besar kecilnya gaya tekan roller sentrifugal terhadap pulley bergerak berbanding lurus dengan berat roller sentrifugal dan putaran mesin, Semakin berat roller dan semakin besar putaran mesin yang dikenakan maka roller pemberat akan semakin cepat bergerak mendorong pulli bergerak pada pulli primer sehingga bisa menekan pegas pada pulley sekunder oleh *belt* ke posisi terkecil. Grafik diatas berbeda dengan grafik gaya dorong ideal. Hal ini diakibatkan karena kondisi nyata yang dialami kendaraan saat diuji berbeda dengan kondisi ideal, *human error* dan adanya penyesuaian pembacaan nilai torsi mesin oleh alat uji pada saat proses awal pengujian.



Gambar 4.12 Gaya Dorong Kendaraan (a) pada Kecepatan Rendah dan (b) pada Kecepatan Tinggi

Dengan klasifikasi bahwa kecepatan rendah pada 0 km/jam sampai 50 km/jam dan kecepatan tinggi diatas 50 km/jam, maka dari keempat pengujian pegas standar dengan variasi pegas, nilai gaya dorong maksimum kendaraan terbesar mampu dihasilkan oleh pegas 31,59 N/mm yaitu senilai 5087,6 N pada kecepatan 3,57 km/jam sehingga menghasilkan nilai gaya dorong terbesar pada kecepatan rendah dibandingkan pegas lainnya. Sedangkan, pegas 30,56 N/mm mampu menghasilkan nilai gaya dorong terbesar pada kecepatan tinggi. Nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan pegas 30,56 N/mm senilai 453,61 N pada kecepatan 51,79 km/jam.

4.3.2 Grafik Gaya Dorong Kendaraan Pegas 30,06 N/mm Beserta Pengaruh Gaya Hambat



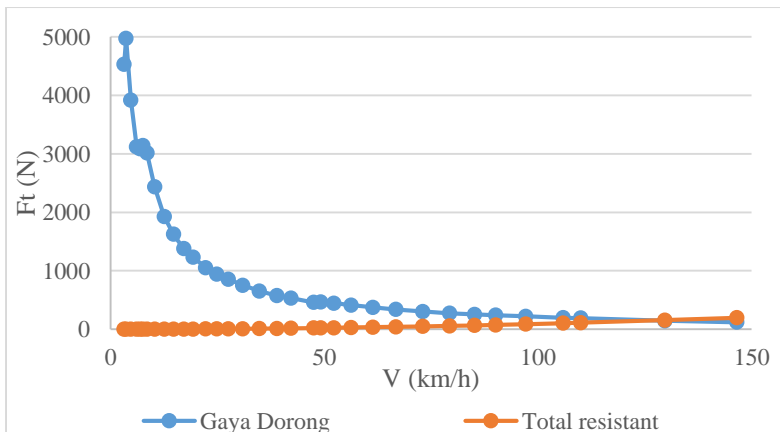
Gambar 4.13 Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Pegas 30,06 N/mm beserta Pengaruh Gaya Hambat

Pada gambar 4.13 dapat dilihat trendline grafik gaya dorong kendaraan yang dihasilkan pegas 30,06 N/mm dengan koordinat y merupakan fungsi gaya dorong kendaraan (F_t) dan koordinat x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V) dimana gaya dorong tersebut dipengaruhi oleh gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambarhanya gaya hambat udara. Nilai gaya hambat udara dipengaruhi oleh densitas udara, koefisien drag, luas frontal kendaraan dan pengendara, serta kecepatan relatif udara dan kendaraan ($R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot V^2 \cdot A_f$). Karena pada saat proses

dynotest udara dianggap tidak bergerak, maka kecepatan udara yang menerpa kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan. Semakin meningkat kecepatan kendaraan, maka semakin meningkat pula nilai gaya hambat udara. Dari kedua trendline grafik pada gambar 4.13 diperoleh nilai kecepatan maksimum yang dicapai kendaraan.

Nilai kecepatan maksimum diperoleh dari titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara. Titik potong ini berarti nilai gaya dorong kendaraan sama dengan gaya hambat udara terhadap kendaraan. Sehingga pada kecepatan dimana terdapat titik potong tersebut merupakan kecepatan maksimum kendaraan atau saat percepatan kendaraan sama dengan nol. Pada gambar 4.13 terlihat kecepatan maksimum kendaraan senilai 128,06 km/jam.

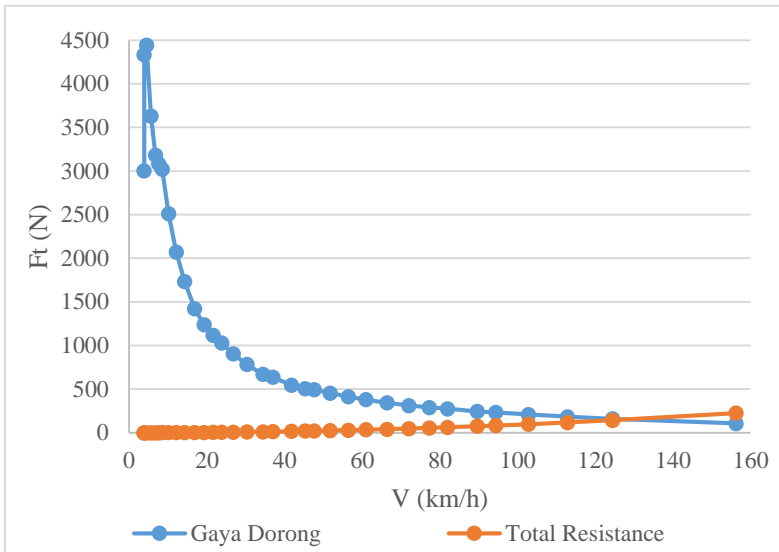
4.3.3 Grafik Gaya Dorong Kendaraan Pegas 29,56 N/mm Beserta Pengaruh Gaya Hambat



Gambar 4.14 Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Pegas 29,56 N/mm beserta Pengaruh Gaya Hambat

Pada gambar 4.14 dapat dilihat grafik gaya dorong kendaraan yang dihasilkan pegas 29,56 N/mm dengan koordinat y merupakan fungsi gaya dorong kendaraan (F_t) dan koordinat x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V) dimana gaya dorong tersebut dipengaruhi oleh gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan hanya gaya hambat udara. Nilai gaya hambat udara dipengaruhi oleh densitas udara, koefisien drag, luas frontal kendaraan dan pengendara, serta kecepatan relatif udara dan kendaraan ($Ra = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot V^2 \cdot A_f$). Karena pada saat proses *dynotest* udara dianggap tidak bergerak, maka kecepatan udara yang menerpa kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan. Semakin meningkat kecepatan kendaraan, maka semakin meningkat pula nilai gaya hambat udara. Dari kedua trendline grafik pada gambar 4.14 diperoleh nilai kecepatan maksimum yang dicapai kendaraan. Nilai kecepatan maksimum diperoleh dari titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara. Titik potong ini berarti nilai gaya dorong kendaraan sama dengan gaya hambat udara terhadap kendaraan. Sehingga pada kecepatan dimana terdapat titik potong tersebut merupakan kecepatan maksimum kendaraan atau saat percepatan kendaraan sama dengan nol. Pada gambar 4.14 terlihat kecepatan maksimum kendaraan senilai 127,75 km/jam.

4.3.4 Grafik Gaya Dorong Kendaraan Pegas 30,56 N/mm Beserta Pengaruh Gaya Hambat



Gambar 4.15 Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Pegas 30,56 N/mm Beserta Pengaruh Gaya Hambat

Pada gambar 4.15 dapat dilihat trendline grafik gaya dorong kendaraan yang dihasilkan pegas 30,56 N/mm dengan koordinat y merupakan fungsi gaya dorong kendaraan (F_t) dan koordinat x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V) dimana gaya dorong tersebut dipengaruhi oleh gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambarhanya gaya hambat udara. Nilai gaya hambat udara dipengaruhi oleh densitas udara, koefisien drag, luas

frontal kendaraan dan pengendara, serta kecepatan relatif udara dan kendaraan ($Ra = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot V^2 \cdot A_f$). Karena pada saat proses *dynotest* udara dianggap tidak bergerak, maka kecepatan udara yang menerpa kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan. Semakin meningkat kecepatan kendaraan, maka semakin meningkat pula nilai gaya hambat udara. Dari kedua trendline grafik pada gambar 4.15 diperoleh nilai kecepatan maksimum yang dicapai kendaraan.

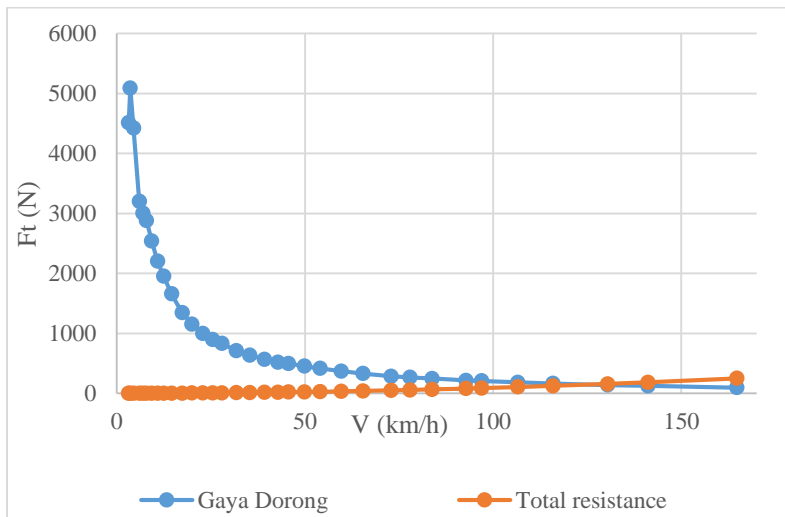
Nilai kecepatan maksimum diperoleh dari titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara. Titik potong ini berarti nilai gaya dorong kendaraan sama dengan gaya hambat udara terhadap kendaraan. Sehingga pada kecepatan dimana terdapat titik potong tersebut merupakan kecepatan maksimum kendaraan atau saat percepatan kendaraan sama dengan nol. Pada gambar 4.15 terlihat kecepatan maksimum kendaraan senilai 128,22 km/jam.

4.3.5 Grafik Gaya Dorong Kendaraan Pegas 31,59 N/mm Beserta Pengaruh Gaya Hambat

Pada gambar 4.16 dapat dilihat trendline grafik gaya dorong kendaraan yang dihasilkan pegas 31,59 N/mm dengan koordinat y merupakan fungsi gaya dorong kendaraan (F_t) dan koordinat x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V) dimana gaya dorong tersebut dipengaruhi oleh gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambarhanya gaya hambat udara. Nilai gaya hambat udara dipengaruhi oleh densitas udara, koefisien drag, luas frontal kendaraan dan pengendara, serta kecepatan relatif udara dan

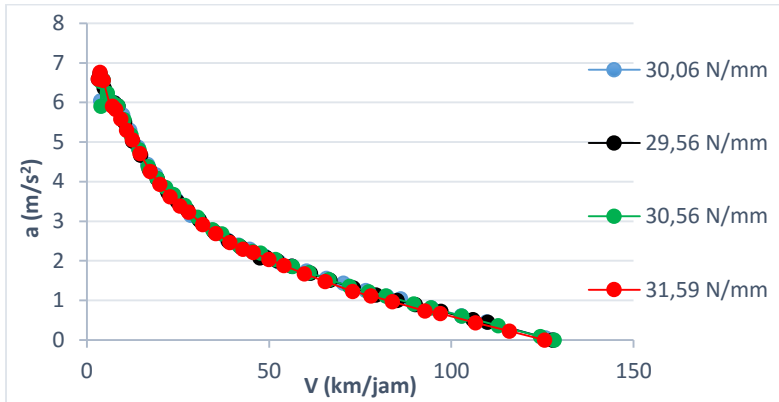
kendaraan ($R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot V^2 \cdot A_f$). Karena pada saat proses *dynotest* udara dianggap tidak bergerak, maka kecepatan udara yang menerpa kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan. Semakin meningkat kecepatan kendaraan, maka semakin meningkat pula nilai gaya hambat udara. Dari kedua trendline grafik pada gambar 4.16 diperoleh nilai kecepatan maksimum yang dicapai kendaraan.

Nilai kecepatan maksimum diperoleh dari titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara. Titik potong ini berarti nilai gaya dorong kendaraan sama dengan gaya hambat udara terhadap kendaraan. Sehingga pada kecepatan dimana terdapat titik potong tersebut merupakan kecepatan maksimum kendaraan atau saat percepatan kendaraan sama dengan nol. Pada gambar 4.16 terlihat kecepatan maksimum kendaraan senilai 125,58 km/jam.



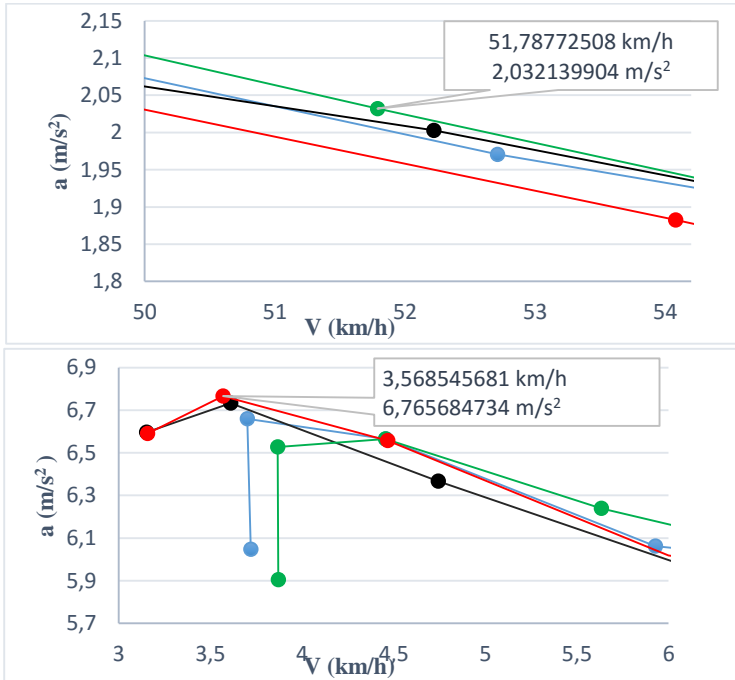
Gambar 4.16 Grafik Gaya Dorong Kendaraan dengan Pegas 31,59 N/mm beserta Pengaruh Gaya Hambat

4.3.6 Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan setiap Pegas



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan Setiap Pegas CVT

Pada gambar 4.17 dapat dilihat trendline grafik perbandingan percepatan kendaraan yang dihasilkan keempat varian pegas 30,06 N/mm, 29,56 N/mm, 30,56 N/mm dan 31,59 N/mm dimana koordinat y merupakan fungsi percepatan kendaraan (a) dan koordinat x merupakan fungsi kecepatan kendaraan (V). Pada pembahasan sebelumnya telah dijelaskan bahwa nilai percepatan kendaraan dipengaruhi oleh nilai gaya dorong kendaraan, gaya hambat rolling, gaya hambat udara, massa kendaraan dan pengemudi, serta faktor massa dari komponen kendaraan yang berotasi $a = \frac{Ft - Ra - Rr}{m \cdot \gamma m}$. Nilai gaya dorong kendaraan merupakan konversi dari torsi mesin yang dihasilkan dari pengujian kendaraan. Karena pada saat proses pengujian, nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil kalkulasi yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada grafik diatas hanya gaya hambat udara.



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan (a) Pada Kecepatan Rendah dan (b) Pada Kecepatan Tinggi.

Dengan klasifikasi bahwa kecepatan rendah pada 0 km/jam sampai 50 km/jam dan kecepatan tinggi diatas 50 km/jam maka dari keempat pegas, nilai percepatan maksimum kendaraan terbesar mampu dihasilkan oleh pegas 31,59 N/mm yaitu senilai 6,77 m/s² pada kecepatan 3,57 km/jam sehingga mampu menghasilkan nilai percepatan terbesar pada kecepatan rendah. Pegas 30,56 N/mm mampu menghasilkan nilai percepatan terbesar pada kecepatan tinggi. Nilai percepatan kendaraan yang dihasilkan senilai 2,03 m/s² pada kecepatan 51,79 km/jam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pegas CVT dengan konstanta 31,59 N/mm mampu menghasilkan gaya dorong kendaraan terbesar pada kecepatan rendah senilai 5087,6 N dan pegas 30,56 N/mm menghasilkan gaya dorong kendaraan terbesar pada kecepatan tinggi senilai 453,61 N.
2. Roller CVT dengan berat 18 gram mampu menghasilkan kecepatan maksimum senilai 128,29 km/jam. Pada saat kendaraan mengalami kecepatan maksimum maka tidak akan terjadi percepatan ($a=0$).
3. Pegas CVT dengan konstanta 31,59 N/mm menghasilkan nilai percepatan kendaraan terbesar pada kecepatan rendah senilai $6,77 \text{ m/s}^2$ dan pegas CVT dengan konstanta 30,56 N/mm menghasilkan nilai percepatan kendaraan terbesar pada kecepatan tinggi senilai $2,06 \text{ m/s}^2$
4. Dari masing-masing variasi pegas CVT dan roller CVT, pegas 31,59 N/mm yang mampu menghasilkan gaya dorong kendaraan terbesar pada kecepatan rendah lebih cocok digunakan untuk berakselerasi di jalan kota. Sedangkan variasi roller 18 gram lebih cocok digunakan untuk berakselerasi di jalan luar kota karena mampu menghasilkan kecepatan maksimum paling besar dibanding varian pegas dan roller lainnya. Di sisi lain, roller 18 gram juga cocok digunakan di kedua medan jalan karena mampu menghasilkan kecepatan maksimum tertinggi walaupun nilai gaya dorong dan percepatan kendaraan maksimum yang dihasilkan tidak lebih baik dari varian pegas dan roller lainnya.

5.2 Saran

Adapun saran dari tugas akhir ini sebagai pertimbangan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Diperlukan uji jalan sebagai pembandingan hasil *dynotest* dan perhitungan.
2. Untuk mendapatkan data uji yang serupa seharusnya ditambahkan hasil simulasi komputer sebagai pembandingan dengan kondisi sebenarnya.
3. Sebaiknya jarak waktu antara tune up motor dengan jadwal pengujian *dynotest* tidak jauh supaya hasil yang diperoleh bisa lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bonsen, B. (2006). Efficiency Optimization of the Push-belt CVT by Variator Slip Control. Eindhoven : Universiteitsdrukkerij, Technische Universiteit Eindhoven.
- [2] Jama, Julius. (2008). Teknik Sepeda Motor Jilid 3 untuk SMK. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional.
- [3] Made Dwi Budiana P., I Ketut Adi Atmika, IDG. Ary Subagia. (2008). Variasi Berat Roller Sentrifugal pada Continuously Variable Transmission (CVT) terhadap Kinerja Traksi Sepeda Motor. [PDF Document].
- [4] PT. Yamaha Motor Manufacturing. (2005). Continuously Variable Transmission [Power Point Slides].
- [5] Sutantra, I.N., & Bambang Sampurno. (2010). *Teknologi Otomotif Edisi Kedua*. Surabaya: Guna Widya..
- [6] Wijanarko. (2007). *Analisa Pengaruh Perubahan Massa Roller Penggerak Variator Pulley Pada Continuously Variable Transmission (CVT) Terhadap Kinerja Traksi Pada Sepeda Motor Yamaha Mio*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Prasetyo, Nanda T. (2014) *Analisa Perbandingan Performa Vario 125 PGM-FI Dengan Vario 110 FI Yang*

Menggunakan Transmisi Otomatis Berupa CVT.
Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

- [8] Arfiansyah Okky. (2015). *Studi Eksperimen Pengaruh Konstanta Pegas Continuously Variable Transmission (CVT) Terhadap Performa Kendaraan Scoopy 110.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- .
- [9] Habibulloh Muhammad Akif. (2016). *Studi Eksperimen variasi Roller 7 gram, 10 gram dan 12 gram Pada Continuously Variable Transmission (CVT) Terhadap Kinerja Traksi dan Percepatan dari Kendaraan Scoopy 110 cc.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [10] <https://www.tokopedia.com/rdmatichop/v-belt-fan-belt-vario-150-original-ahm>
- [11] <http://www.astra-honda.com/product/all-new-vario-150-esp/>

Standar

a	v(km/h)
6,046956	3,72056
6,659937	3,700827
6,564602	4,456131
6,061222	5,928423
5,985488	6,811827
5,991602	7,555478
5,897315	8,528483
5,691034	9,828702
5,300182	11,75616
4,871466	14,03981
4,433632	16,66513
4,174787	18,87139
3,836686	21,68235
3,546611	24,56555
3,14809	28,52154
3,056382	30,68274
2,697213	35,24112
2,522668	38,59605
2,399859	41,63353
2,290294	44,67745
2,124339	48,6316
1,970516	52,70991
1,86561	56,26648
1,744738	60,2664
1,558804	65,75563
1,432903	70,38395
1,251858	76,54924
1,103392	82,3071
1,03656	86,10785
0,811117	94,53282
0,610767	102,7268
0,45806	109,68
0,052819	125,8427
0	128,06

1000rpm

a	v(km/h)
6,596009	3,1505
6,732414	3,610237
6,366306	4,743714
5,974264	6,074085
5,95495	6,669513
5,984033	7,571346
5,911769	8,49499
5,504217	10,31291
5,028502	12,55951
4,667999	14,72951
4,314806	17,13147
4,072514	19,32448
3,732098	22,2195
3,498473	24,84774
3,288307	27,56508
3,024743	30,92399
2,742055	34,83574
2,492075	38,91164
2,350177	42,19853
2,071857	47,4979
2,082732	49,20686
2,002986	52,22049
1,86561	56,26648
1,684203	61,36549
1,510556	66,72497
1,312576	73,07883
1,13844	79,35756
0,997392	85,14178
0,892527	90,13056
0,724793	97,15527
0,514097	105,8877
0,448862	109,9898
0	127,1474

1500rpm

a	v(km/h)
5,903628	3,871033
6,527179	3,86619
6,565505	4,45482
6,238513	5,63316
6,009339	6,766841
5,950903	7,640881
5,914386	8,488929
5,56302	10,15953
5,175506	12,12101
4,806315	14,25794
4,378015	16,88189
4,077322	19,30292
3,854337	21,59323
3,678302	23,81431
3,403934	26,80987
3,102176	30,33848
2,786691	34,43958
2,680374	37,03419
2,384355	41,80846
2,236809	45,34071
2,197629	47,64611
2,03214	51,78773
1,855712	56,42957
1,704416	60,9947
1,524364	66,45219
1,358779	72,02442
1,219114	77,34387
1,11464	82,01454
0,908292	89,67764
0,815186	94,41147
0,606429	102,8664
0,364845	112,8591
0,090124	124,4727
0	128,2209

2000rpm

a	V (km/h)
6,589808	3,156937
6,755685	3,568546
6,557359	4,466647
6,018221	6,00037
5,901703	6,970355
5,825133	7,906189
5,58618	9,258548
5,300637	10,85184
5,056225	12,47592
4,709253	14,58761
4,255239	17,36992
3,9930916	19,97123
3,620215	22,8122
3,387417	25,51534
3,232549	27,93986
2,914497	31,78741
2,68822	35,32333
2,461401	39,23243
2,297172	42,81589
2,211552	45,65981
2,034563	49,88776
1,882453	54,07834
1,669531	59,65741
1,476694	65,40792
1,230202	72,94287
1,11411	77,90397
0,970276	83,82142
0,734983	92,78857
0,665915	96,98832
0,435661	106,5892
0,224846	115,9413
0	125,5839

Standard

Ft	V (km/h)
3250,25	3,72056
4730,403	3,700827
4440,925	4,456131
3277,139	5,928423
3141,602	6,811827
3152,603	7,555478
2993,885	8,528483
2682,647	9,828702
2200,64	11,75616
1789,48	14,03981
1458,003	16,66513
1293,675	18,87139
1106,314	21,68235
966,2404	24,56555
798,6665	28,52154
764,6538	30,68274
639,0465	35,24112
584,7265	38,59605
549,2404	41,63353
519,3246	44,67745
475,5938	48,6316
437,8804	52,70991
414,4015	56,26648
388,4712	60,2664
350,0446	65,75563
326,9554	70,38395
295,1446	76,54924
272,0312	82,3071
264,3235	86,10785
232,8015	94,53282
208,9112	102,7268
193,8846	109,68
155,5754	125,8427
118,0446	148,3738

1000rpm

Ft	V (km/h)
4532,88	3,1505
4970,779	3,610237
3918,794	4,743714
3121,847	6,074085
3089,06	6,869513
3139,403	7,571346
3017,539	8,49499
2436,65	10,31291
1928,123	12,55951
1625,822	14,72951
1379,706	17,13147
1233,723	19,32448
1053,471	22,2195
944,4188	24,84774
855,0312	27,56508
752,7696	30,92399
654,0062	34,83574
575,2804	38,91164
534,6312	42,19853
459,4804	47,4979
464,5388	49,20686
446,1265	52,22049
414,4015	56,26648
374,6804	61,36549
339,8462	66,73497
303,2862	73,07883
274,625	79,35756
254,2188	85,14178
241,2554	90,13056
220,4035	97,15527
196,625	105,8877
192,7938	109,9898
146,4188	129,7179
121,0465	146,5224

1500rpm

Ft	V (km/h)
3002,475	3,1505
4334,403	3,610237
4443,539	4,743714
3629,686	6,074085
3183,511	6,869513
3082,523	7,571346
3021,85	8,49499
2510,779	10,31291
2070,154	12,55951
1735,145	14,72951
1420,802	17,13147
1236,48	19,32448
1115,465	22,2195
1028,163	24,84774
903,8804	27,56508
782,1062	30,92399
669,1388	34,83574
635,0865	38,91164
544,6538	42,19853
504,2404	47,4979
495,4712	49,20686
453,6138	52,22049
412,0096	56,26648
379,2496	61,36549
342,7446	66,73497
312,2312	73,07883
289,1112	79,35756
273,9754	85,14178
243,6985	90,13056
233,4004	97,15527
208,3446	105,8877
183,1154	109,9898
159,0188	129,7179
106,4138	146,5224

2000rpm

Ft	V (km/h)
4514,414	3,156937
5087,603	3,568546
4420,038	4,466647
3199,927	6,00037
3000,322	6,970355
2879,114	7,906189
2540,346	9,258548
2200,64	10,85184
1954,045	12,47592
1657,606	14,58761
1342,086	17,36992
1155,111	19,97123
999,44	22,8122
895,6446	25,51534
832,2465	27,93986
712,4312	31,78741
636,0754	35,32333
565,9112	39,23243
519,3246	42,81589
497,2188	45,65981
451,9446	49,88776
416	54,07834
368,6312	59,65741
329,7985	65,40792
284,4615	72,94287
266,8804	77,90397
246,1538	83,82142
214,0446	92,78857
208,3446	96,98832
183,1154	106,5892
164,0035	115,9413
137,0804	130,4402
123,6496	141,1569
95,76962	164,7276

Ft-V PER

Standar

a	V(km/h)
6,046956	3,72056
6,659937	3,700827
6,564602	4,456131
6,061222	5,928423
5,985488	6,811827
5,991602	7,555478
5,897315	8,528483
5,691034	9,828702
5,300182	11,75616
4,871466	14,03981
4,433632	16,66513
4,14787	18,87139
3,836686	21,68235
3,546611	24,56555
3,14809	28,52154
3,056382	30,68274
2,697213	35,24112
2,522668	38,59605
2,399859	41,63353
2,290294	44,67745
2,124339	48,6316
1,970516	52,70991
1,86561	56,26648
1,744738	60,2664
1,558804	65,75563
1,432903	70,38395
1,251858	76,54924
1,103392	82,3071
1,03656	86,10785
0,811117	94,53282
0,610767	102,7268
0,45806	109,68
0,052819	125,8427
0	128,06

9 gram

a	V(km/h)
6,48785	3,262645
6,628301	3,740288
6,175708	5,020535
5,51949	6,850779
5,283117	8,176481
5,130547	9,429527
5,113889	10,41333
5,12243	11,3352
5,0061	12,62718
4,946827	13,79047
4,771462	15,39962
4,436974	17,75789
4,147447	20,17184
3,855047	22,85
3,815164	24,33365
3,506943	27,52078
3,147151	31,48011
2,791098	35,99768
2,535403	40,15502
2,371649	43,69697
2,146689	48,32738
1,905339	53,71678
1,712992	58,87561
1,630134	62,37666
1,230202	72,94287
1,106792	78,09146
0,893964	85,97005
0,738871	92,66435
0,674221	96,72548
0,417601	107,2107
0,239523	115,4111
0,028343	124,9965
0	126,23

12 gram

a	V(km/h)
6,101263	3,663844
6,567381	3,816172
6,043052	5,214165
5,640868	6,640471
5,573095	7,601797
5,678544	8,218592
5,698566	8,992618
5,597937	10,06889
5,308636	11,73164
4,875374	14,0268
4,612762	15,98374
4,242458	18,57764
3,914393	21,29315
3,796783	23,16264
3,670934	25,16812
3,299264	28,9189
2,995018	32,68043
2,746365	36,41082
2,495526	40,58081
2,36853	43,73648
2,146689	48,32738
1,941225	53,15829
1,739664	58,4046
1,524654	64,43376
1,297561	71,36618
1,110452	77,9976
0,951297	84,3486
0,746917	92,41692
0,624121	98,32425
0,493663	104,6181
0,244398	115,2354
0,189281	119,0716
0	126,96

18 gram

a	V(km/h)
6,353097	3,402223
6,492527	3,909277
6,217528	4,95969
6,146769	5,785713
5,996821	6,790443
5,782438	7,996796
5,389284	9,731889
5,002925	11,66634
4,58064	13,96263
4,299958	16,04868
4,114567	17,94635
4,004678	19,63139
3,747532	22,13923
3,318756	25,94031
2,915355	30,22025
2,701796	33,56297
2,567569	36,45731
2,473681	39,10348
2,269023	43,1501
2,173601	46,14685
2,01847	50,11894
1,885725	54,02639
1,789527	57,54148
1,592816	63,09139
1,545042	66,03249
1,362222	78,15517
1,18385	81,91748
0,824943	92,10762
0,80297	94,77647
0,527438	105,4452
0,355367	113,1872
0,095409	124,2794
0	128,293

All a

Standar

Ft	V (km/h)
3250,25	3,72056
4730,403	3,700827
4440,925	4,456131
3277,139	5,928423
3141,602	6,811827
3152,603	7,555478
2993,885	8,528483
2682,647	9,828702
2200,64	11,75616
1789,48	14,03981
1458,003	16,66513
1293,675	18,87139
1106,314	21,58235
966,2404	24,56555
798,6465	28,52154
764,6538	30,68274
639,0465	35,24112
584,7265	38,59605
549,2404	41,63353
519,3246	44,67745
475,5938	48,6316
437,8804	52,70991
414,4015	56,26648
388,4712	60,2664
350,0446	65,75563
326,9554	70,38395
295,1446	76,54924
272,0312	82,3071
264,3235	86,10785
232,8015	94,53282
208,9112	102,7268
193,8846	109,168
155,5754	125,8427
118,0446	148,3738

9 gram

Ft	V (km/h)
4226,625	3,262645
4631,115	3,740288
3498,56	5,020535
2454,106	6,850779
2180,447	8,176481
2024,014	9,429527
2008,163	10,41333
2016,962	11,3352
1907,511	12,62718
1854,775	13,79047
1707,48	15,39962
1461	17,75789
1278,203	20,17184
1116,775	22,85
1097,2	24,33365
950,4554	27,52078
800,865	31,48011
672,1862	35,99768
590,4312	40,15502
542,8246	43,69967
481,6004	48,32738
421,6188	53,71678
378,4862	58,87561
362,6312	62,37666
284,4615	72,94287
265,6004	78,09146
234	85,97069
214,6188	92,66435
209,4785	96,72548
180,9985	107,2107
165,5138	115,4111
149,2804	124,9965
123,6496	141,1569
93,48038	166,7324

12 gram

Ft	V (km/h)
3351,655	3,663844
4448,77	3,816172
3243,545	5,214165
2612,014	6,640471
2522,585	7,601797
2664,394	8,218592
2692,814	8,992618
2556,186	10,06889
2209,85	11,73164
1792,8	14,0268
1584,962	15,98374
1334,911	18,57764
1147,127	21,29315
1086,831	23,16264
1025,65	25,16812
860,7754	28,9189
743,1154	32,68043
657,0188	36,41082
578,1062	40,58081
541,9112	43,73648
481,6004	48,32738
430,5246	53,15829
384,6154	58,4046
339,8462	64,43376
297,1696	71,36618
266,24	77,9976
243,0865	84,3486
215,7696	92,41692
202,7215	98,32425
190,0804	104,6181
166,0188	115,2354
164,5062	119,0716
123,6496	141,1569
100,8246	160,5451

18 gram

Ft	V (km/h)
3886,939	3,402223
4239,385	3,909277
3584,927	4,95969
3440,8	5,785713
3161,419	6,790443
2814,24	7,996796
2299,24	9,731889
1904,087	11,66634
1560,075	13,96263
1369,527	16,04868
1257,255	17,94635
1195,45	19,63139
1061,123	22,13923
866,5388	25,94031
711,3846	30,22025
639,0465	33,56297
597,1215	36,45731
569,6496	39,10348
511,3112	43,1501
486,7788	46,14685
447,785	50,11894
416,8004	54,02639
396,2404	57,54148
354,4615	63,09139
347,1154	66,03249
310,8465	72,18465
283,14	78,15517
274,625	81,91748
231,0096	92,10762
231,6062	94,77647
198,2785	105,4452
182,0554	113,1872
159,5138	124,2794
127,1635	142,9549

Ft-V Roll

Time	Engine RPM	HP	Torsi Nm	it	Ft	V (m/s)	V (km/h)	fr	Ra	Rtotal	ID	Gama m	a	V (km/h)	Delta	a	v (km/h)
1.6	1250	6.2	34.33	3.520304	4532.88	0.875139	3.1505	0.010001	0.091671	0.091671	1392.427	1.521064	6.596009	3.1505	4532.789		6.596009
1.7	1500	7.8	35.95	3.686423	4970.779	1.020844	3.610232	0.010001	0.120382	0.120382	1526.941	4.857351	6.732414	3.610232	4970.658		6.732414
1.8	1750	8	31.92	3.271475	3918.794	1.176988	4.743714	0.010002	0.207489	0.207489	1203.788	4.049471	6.566306	4.743714	3918.506		6.566306
1.92	2000	8.1	28.49	2.921052	3121.847	1.687246	6.074862	0.010005	0.340762	0.340762	958.973	3.037464	5.974364	6.074862	3121.506		5.974364
2.04	2250	9	28.34	2.906071	3089.06	1.908198	6.869513	0.010006	0.435884	0.435884	948.9078	3.41227	5.95495	6.869513	3088.624		5.95495
2.18	2500	10.2	28.07	2.929655	3139.403	2.359172	7.571346	0.010010	0.529463	0.529463	964.3377	3.594033	5.984033	7.571346	3138.874		5.984033
2.3	2750	10.9	28.51	3.077231	3017.559	2.595727	8.494999	0.010011	0.666623	0.666623	925.9377	3.457344	5.911769	8.494999	3016.872		5.911769
2.44	3000	10.7	25.17	2.581009	2436.65	2.864698	10.31291	0.010017	0.982317	0.982317	748.4982	2.512246	5.504217	10.31291	2435.667		5.504217
2.58	3250	10.3	22.39	2.295939	1928.123	3.488752	12.59951	0.010028	1.456915	1.456915	592.2875	2.520719	5.028502	12.59951	1926.667		5.028502
2.76	3500	10.2	20.56	2.108285	1625.822	4.091552	14.72951	0.010042	2.003852	2.003852	498.4253	2.288562	4.667999	14.72951	1623.818		4.667999
2.94	3750	10	18.94	1.942166	1379.706	4.758741	17.13147	0.010061	2.710681	2.710681	423.8228	2.099557	4.314806	17.13147	1376.995		4.314806
3.14	4000	10.1	17.91	1.836546	1233.723	5.36791	19.32448	0.010082	3.44909	3.44909	378.9793	1.987448	4.072514	19.32448	1230.274		4.072514
3.34	4250	9.9	16.55	1.697088	1063.471	6.172083	22.2195	0.010116	4.559824	4.559824	323.6088	1.849022	3.732098	22.2195	1048.911		3.732098
3.56	4500	9.9	15.67	1.60685	944.188	6.902149	24.84774	0.010134	5.702467	5.702467	290.1098	1.765274	3.498473	24.84774	938.164		3.498473
3.8	4750	10	14.91	1.528917	855.0312	7.659667	27.56508	0.010199	7.017908	7.017908	262.6513	1.696628	3.288307	27.56508	848.0152		3.288307
4.04	5000	9.8	13.99	1.434578	752.7696	8.589999	30.92599	0.010266	8.632433	8.632433	231.2383	1.618096	3.024743	30.92599	743.9372		3.024743
4.32	5250	9.6	13.04	1.337162	654.0062	9.676594	34.83574	0.010358	11.20829	11.20829	200.8998	1.54225	2.742055	34.83574	642.7979		2.742055
4.6	5500	9.5	12.23	1.254102	575.2804	10.80879	38.91164	0.010472	13.98454	13.98454	176.7166	1.481791	2.492075	38.91164	561.2958		2.492075
4.9	5750	9.5	11.79	1.209983	534.6312	11.72181	42.19853	0.010578	16.44689	16.44689	164.2298	1.450574	2.350177	42.19853	518.1843		2.350177
5.22	6000	9.2	10.93	1.120796	459.4804	13.19386	47.4979	0.010777	20.83713	20.83713	141.1447	1.392862	2.071857	47.4979	438.6433		2.071857
5.54	6250	9.7	10.99	1.126948	464.5388	13.66857	49.20686	0.010849	22.36353	22.36353	142.6586	1.396747	2.082732	49.20686	442.1753		2.082732
5.88	6500	9.9	10.77	1.104389	446.1565	14.50569	52.22049	0.010985	25.18669	25.18669	137.0427	1.382607	2.002986	52.22049	430.9399		2.002986
6.22	6750	9.9	10.38	1.064397	414.4035	15.62958	56.26648	0.011187	29.24076	29.24076	127.2973	1.358243	1.86561	56.26648	385.1608		1.86561
6.58	7000	9.7	9.87	1.0121	374.6804	17.04597	61.36549	0.011475	34.78064	34.78064	115.9956	1.327739	1.684203	61.36549	399.8997		1.684203
6.94	7250	9.6	9.4	0.963905	339.8462	18.57349	66.73497	0.011819	41.13354	41.13354	104.3951	1.300988	1.510556	66.73497	398.7126		1.510556
7.34	7500	9.4	8.88	0.910582	303.2862	20.29968	73.07883	0.012283	49.3256	49.3256	93.16446	1.27911	1.312576	73.07883	253.9606		1.312576
7.76	7750	9.2	8.45	0.866489	274.625	22.04377	79.35756	0.012805	58.16554	58.16554	84.36023	1.259901	1.13844	79.35756	216.4595		1.13844
8.18	8000	9.2	8.13	0.833675	254.2188	23.6505	85.14178	0.013344	66.93711	66.93711	78.0918	1.23523	0.997392	85.14178	187.2651		0.997392
8.64	8250	9.2	7.92	0.812141	241.2554	25.03627	90.13056	0.013856	75.02971	74.10964	74.10964	1.225274	0.892527	90.13056	166.2257		0.892527
9.1	8500	9	7.57	0.776251	220.0035	26.98757	97.15527	0.014652	87.181	87.181	67.70428	1.209261	0.724793	97.15527	133.2225		0.724793
9.6	8750	8.8	7.15	0.731813	196.635	29.41324	105.8877	0.015769	103.5571	103.5571	60.39993	1.191	0.514097	105.8877	93.06792		0.514097
10.12	9000	8	7.08	0.726005	192.7938	30.55273	109.8898	0.016344	111.7363	111.7363	59.22306	1.188058	0.448862	109.8898	81.05755		0.448862
10.64	9250	8	6.17	0.656491	146.1188	36.03275	126.5136	0.017582	155.4136	155.4136	44.91743	1.152444	0.051348	129.7179	-8.994708	127/75	0
11.24	9500	7.5	5.61	0.575267	121.0465	40.70667	146.5224	0.020994	198.2884	198.2884	37.18348	1.132599	-0.448594	146.5224	-77.24183		

100rpm

Time	Engine RPM	HP	Torsi Nm	it	ft	V (m/s)	V (km/h)	fr	Ra	Rtotal	Gama m	a	V (km/h)	Delta	a	v(km/h)
1.36	1250	5	27.94	2.865053	3002.475	1.075287	3.871033	0.010001	0.138402	0.138402	922.3105	5.903628	3.871033	3002.337	5.903628	3.871033
1.48	1500	7.2	33.57	3.442371	4334.403	1.073942	3.866119	0.010001	0.138056	0.138056	1331.457	6.527742	3.866119	4334.265	6.527742	3.866119
1.58	1750	8.5	33.99	3.485439	4443.539	1.23745	4.45482	0.010002	0.183295	0.183295	1364.981	4.424363	4.45482	4443.356	4.45482	4.45482
1.68	2000	8.6	30.72	3.150123	3629.686	1.564767	5.63316	0.010004	0.249085	0.249085	1114.979	3.872748	5.63316	3629.393	6.238513	5.63316
1.82	2250	9.2	28.77	2.950164	3183.511	1.879678	6.766841	0.010006	0.422232	0.422232	972.9717	3.468804	6.766841	3183.088	6.009339	6.766841
1.94	2500	10	28.31	2.920994	3022.523	2.122467	7.640881	0.010008	0.539232	0.539232	946.8999	3.460755	7.640881	3021.984	5.950903	7.640881
2.06	2750	10.9	28.03	2.874282	3021.852	3.358056	8.488929	0.01001	0.665572	0.665572	928.2819	3.407825	8.488929	3021.184	5.914386	8.488929
2.2	3000	10.8	25.5	2.619975	2510.719	2.822092	10.15953	0.010016	0.935315	0.935315	771.2695	2.968314	10.15953	2509.826	5.56302	10.15953
2.34	3250	10.6	23.2	2.378999	2070.154	3.366946	12.12101	0.010026	1.356958	1.356958	635.9168	2.629792	12.12101	2068.797	5.175506	12.12101
2.5	3500	10.4	21.24	2.178015	1735.145	3.960539	14.25794	0.010038	1.877599	1.877599	533.0076	2.372519	14.25794	1733.267	4.806315	14.25794
2.7	3750	10.2	19.22	1.970878	1420.802	4.689415	16.88189	0.010059	2.632777	2.632777	436.4466	2.131116	16.88189	1418.169	4.47302	16.88189
2.88	4000	10.1	17.93	1.838597	1236.48	5.361922	19.30292	0.010082	3.4414	3.4414	379.8262	1.989566	19.30292	1233.039	4.07732	19.30292
3.1	4250	10.2	17.03	1.746308	1115.465	5.998119	21.59323	0.010108	4.306498	4.306498	302.6533	1.896631	21.59323	1111.159	3.854337	21.59323
3.3	4500	10.4	16.35	1.676579	1028.163	6.615887	23.81431	0.010138	5.237997	5.237997	315.8347	1.829387	23.81431	1022.925	3.678302	23.81431
3.54	4750	10.3	15.33	1.571985	903.8904	7.447187	26.80987	0.010186	6.238633	6.238633	277.6577	1.734143	26.80987	897.2418	3.403934	26.80987
3.78	5000	10.1	14.26	1.462264	782.1062	8.277955	30.33848	0.010253	8.501131	8.501131	240.25	1.640625	30.33848	773.605	3.102176	30.33848
4.04	5250	9.8	13.19	1.352543	669.1388	9.566549	34.43958	0.010348	10.95481	10.95481	205.5483	1.553871	34.43958	658.184	2.786691	34.43958
4.32	5500	10	12.85	1.317678	635.0865	10.28728	37.03419	0.010417	12.66762	12.66762	195.0888	1.52772	37.03419	622.4189	2.680374	37.03419
4.6	5750	9.6	11.9	1.220263	544.6538	11.61346	41.80846	0.010565	16.14424	16.14424	167.3086	1.458272	41.80846	528.5096	2.384355	41.80846
4.9	6000	9.7	11.45	1.174118	504.2404	12.59466	45.34079	0.010692	18.98748	18.98748	154.8943	1.427236	45.34079	485.2529	2.236809	45.34079
5.22	6250	10	11.35	1.163864	495.4712	13.25903	47.64611	0.010783	20.96738	20.96738	152.2005	1.420501	47.64611	474.4038	2.197629	47.64611
5.54	6500	9.9	10.86	1.13618	453.6138	14.38548	51.7873	0.010965	24.7096	24.7096	139.3426	1.388357	51.7873	428.9129	2.03214	51.7873
5.9	6750	9.8	10.35	1.061321	412.0096	15.67488	56.42957	0.011196	29.41051	29.41051	126.5253	1.356066	56.42957	382.9991	1.855712	56.42957
6.24	7000	9.8	9.93	1.018253	379.2496	16.94297	60.9947	0.011453	34.3616	34.3616	116.4999	1.331248	60.9947	344.888	1.704416	60.9947
6.6	7250	9.6	9.44	0.968007	342.7446	18.45894	66.45219	0.0118	40.78569	40.78569	105.2854	1.303214	66.45219	301.9589	1.524364	66.45219
6.98	7500	9.5	9.01	0.923913	312.2312	20.00678	72.02442	0.012201	47.91249	47.91249	95.91222	1.279781	72.02442	264.3187	1.358779	72.02442
7.4	7750	9.5	8.67	0.889048	289.1112	21.48441	77.34387	0.01261	55.2511	55.2511	88.81014	1.262025	77.34387	233.86	1.219114	77.34387
7.82	8000	9.5	8.44	0.865463	273.9754	22.78182	82.01454	0.013046	62.12563	62.12563	84.16668	1.255002	82.01454	211.8498	1.1464	82.01454
8.26	8250	9.2	7.96	0.816243	243.6985	24.91046	89.67764	0.013808	74.27754	74.27754	74.86011	1.22715	90.9832	169.4209	1.090832	89.67764
8.72	8500	9.3	7.79	0.798811	233.4004	26.22541	94.41147	0.01433	82.32632	82.32632	71.69672	1.21942	94.41147	141.0741	1.015186	94.41147
9.2	8750	9.1	7.36	0.754717	208.3466	28.574	107.8664	0.015366	97.73188	97.73188	64	1.2	0.606429	102.8664	0.906439	102.8664
9.7	9000	8.7	6.36	0.707547	183.1154	31.34976	112.8591	0.016766	117.6421	117.6421	56.25	1.180625	0.564845	112.8591	0.564845	112.8591
10.24	9250	8.4	6.43	0.659352	159.0188	34.57575	124.4727	0.018643	143.0999	143.0999	48.68494	1.162712	0.990768	124.4727	0.990768	124.4727
10.84	9500	7	5.26	0.539377	106.4138	43.40889	156.272	0.025264	225.5545	225.5545	22.5545	1.121721	0.698765	156.272	1.19.1406	128.22

1500rpm

Time	Engine RPM	HP	Tors Nm	ft	V (m/s)	V (km/h)	f	Ra	Ra	Id	Gamma	V(km/h)	Delta	a	V (km/h)
1.42	1250	5.9	33.15	3.99	0.90629	3.262545	0.00001	0.098317	0.098317	1296.349	4.285872	6.48785	3.626445	3.626445	3.626445
1.54	1500	7.5	34.78	3.59294463	4631.113385	1.038966	3.740288	0.000001	0.0129211	1422.602	4.629504	6.67801	3.740288	4630.986	6.67801
1.64	1750	7.5	30.16	3.985989834	3498.56	1.949595	5.020353	0.000003	0.232803	1074.699	3.76749	6.175708	5.020353	3498.927	6.175708
1.78	2000	7.2	26.26	2.9802379	2454.106154	1.920296	6.850799	0.000006	0.43348	753.8666	2.924651	5.51949	6.850799	2453.673	5.51949
1.92	2250	7.5	23.81	2.44550451	2180.446538	2.271743	8.176481	0.000101	0.617199	669.7969	2.714492	5.383117	8.176481	2179.829	5.383117
2.08	2500	8.1	22.94	2.35237982	2024.013846	2.819313	9.4029527	0.000044	0.821238	621.7434	2.594358	5.130047	9.4029527	2023.193	5.130047
2.26	2750	8.9	22.85	2.2481091056	2008.163462	2.892599	10.41333	0.000012	1.001541	1.001541	616.6744	2.882186	5.133889	10.41333	2.882186
2.42	3000	9.8	22.9	2.348236259	2016.961538	3.140866	11.3352	0.000021	1.1886717	1.1886717	619.577	2.888943	5.12243	11.3352	2.888943
2.58	3250	10.3	22.27	2.283643136	1907.51154	3.407551	12.62718	0.000038	1.477658	1.477658	585.9557	2.504889	5.0061	12.62718	1.906708
2.74	3500	10.9	21.96	2.251848575	1854.775388	3.839686	13.79847	0.000351	1.756496	1.756496	569.7561	2.46439	4.846827	13.79847	1.852019
2.9	3750	11.1	21.07	2.186824845	1707.480385	4.277673	15.93962	0.000441	2.193028	2.193028	525.9098	2.251274	4.717662	15.93962	1.705729
3.1	4000	11.1	19.49	1.869584349	1461.600385	4.719789	0.000066	2.572581	2.912591	448.795	2.161888	4.586974	17.75789	1458.088	2.161888
3.28	4250	10.9	18.23	1.68960131	1278.203462	5.60259	0.000091	3.788203	3.788203	392.6428	2.021607	4.194747	20.17184	1274.445	2.021607
3.5	4500	10.8	17.04	1.74733388	1116.775385	6.347223	22.85	0.0010125	4.822382	3.035048	1.897637	3.855047	22.85	1111.953	3.855047
3.72	4750	11.3	16.89	1.73195242	950.4200385	6.759347	24.33365	0.0010146	5.468946	337.0417	1.882604	3.815164	24.33365	1.001.731	3.815164
3.94	5000	11.1	15.72	1.61197703	800.865	8.244462	27.252078	0.0010199	6.99537	291.9641	1.76991	3.506943	27.252078	791.712	3.506943
4.18	5250	10.7	14.43	1.479696473	800.865	8.244462	31.48011	0.002078	9.152963	9.152963	246.0124	1.655031	3.147151	31.48011	1.655031
4.44	5500	10.2	13.22	1.35561936	672.1861538	9.999356	35.99748	0.003089	11.96846	1.96846	206.4844	1.556211	2.791098	35.99748	1.556211
4.74	5750	10	12.39	1.270508614	590.4311538	11.15417	40.15502	0.005011	14.89254	14.89254	181.3706	1.459427	2.535403	40.15502	1.459427
5.04	6000	10	11.88	1.218211649	524.8216154	12.1388	43.69967	0.00631	17.63784	17.63784	166.7467	1.456867	2.371649	43.69967	1.456867
5.36	6250	9.8	11.19	1.144746932	481.6003846	13.42427	48.32738	0.00812	21.57127	21.57127	147.9396	1.409849	2.146689	48.32738	1.409849
5.7	6500	9.6	10.47	1.078625923	421.6188462	14.92133	53.71678	0.01057	26.6073	26.6073	129.5143	1.363786	1.905399	53.71678	1.363786
6.06	6750	9.4	9.97	1.012727255	378.4861538	16.36343	58.97561	0.01133	32.01548	32.01548	116.3647	1.330662	1.712992	58.97561	1.330662
6.42	7000	9.6	9.71	0.998693191	363.6311538	17.32683	62.37666	0.011536	35.9263	35.9263	111.3943	1.318486	1.630134	62.37666	1.318486
6.84	7250	9.8	8.6	0.883103886	284.4831385	20.28191	72.94387	0.022272	49.14223	49.14223	87.38185	1.258435	1.520032	72.94387	1.258435
7.28	7500	8.8	8.31	0.853128286	265.603846	21.69207	78.09146	0.024626	58.32436	58.32436	81.58802	1.219702	1.489364	78.09146	1.219702
7.72	7750	8.5	7.8	0.7998395931	234	23.88075	85.97069	0.03476	68.26372	68.26372	71.88801	1.179702	1.463964	85.97069	1.179702
8.22	8000	8.4	7.47	0.765967819	204.6188462	25.4001	92.76633	0.041433	86.41138	86.41138	66.31075	1.204818	1.428721	92.76633	1.204818
8.72	8250	8.6	7.38	0.75676842	206.4788462	26.86813	96.27563	0.046011	96.73055	96.73055	65.97734	1.200871	1.420721	96.73055	1.200871
9.22	8500	8.2	6.88	0.703445447	180.9984615	29.28075	107.2107	0.059551	106.1611	106.1611	55.59972	1.178999	1.417601	107.2107	1.178999
9.78	8750	8.1	6.56	0.67682527	165.5138462	32.05863	115.4111	0.071755	123.0224	123.0224	50.8431	1.167108	1.423923	115.4111	1.167108
10.38	9000	7.9	6.23	0.648483314	149.2803846	34.71242	124.9965	0.081874	144.3061	144.3061	45.88645	1.154641	1.428343	124.9965	1.154641
10.98	9250	7.4	5.67	0.581491916	123.6496154	39.21024	141.9587	0.102137	184.0319	184.0319	41.39831	1.134958	1.428301	141.9587	1.134958
11.66	9500	6.6	4.93	0.50553726	97.48038462	46.31455	166.7242	0.027948	256.761	256.761	28.71562	1.111789	0.99662	166.7242	1.111789

Time	Engine RPM	(HP)	Torsion	ft	V (km/h)	f	Ra	Rot	l0	Gamm	Delta	V/km/h	a	V (km/h)
1.44	1250	5.4	29.52	3.02707137	351.6554	1.07734	3.663844	0.010001	0.123983	1029.573	3.613922	6.102163	3.663844	3351.531
1.42	1500	7.2	34.01	3.487489746	4448.7966	1.000048	3.816172	0.013507	0.134507	1346.507	4.966781	6.567381	3.816172	4448.635
1.54	1750	14.9	29.04	2.978950697	3243.546	1.448379	5.214165	0.010003	0.251107	0.251107	996.3629	3.590907	6.043062	5.214165
1.66	2000	20.0	26.06	2.662272354	2612.6174	1.84575	6.604171	0.010006	0.402724	0.402724	802.3872	3.045918	5.640868	6.604171
1.82	2250	25.2	25.61	2.661627994	2532.585	2.11161	7.660197	0.010008	0.53373	0.53373	2.97724	5.573095	7.660197	2821.607
1.96	2500	30.4	26.32	2.669893352	2664.3938	2.287952	8.218592	0.01001	0.623855	0.623855	818.4575	3.086544	8.218592	2863.727
2.08	2750	35.0	26.46	2.713289882	2692.8138	2.492951	8.992618	0.010012	0.746889	0.746889	827.1876	3.107969	5.698566	8.992618
2.22	3000	40.0	25.78	2.645560295	2356.1862	2.786162	7.286918	0.010016	0.936831	0.936831	785.2129	3.030305	5.597937	10.06889
2.36	3250	45.0	23.97	2.457957342	2209.8496	3.283788	11.73164	0.010024	1.271178	1.271178	678.829	2.737023	5.308636	11.73164
2.54	3500	50.0	21.99	2.21380464	1792.8804	3.886334	14.0258	0.010037	1.817216	1.817216	550.7183	2.416786	4.879374	14.0258
2.7	3750	55.0	20.3	2.081624682	1384.9813	4.459929	15.8374	0.010051	2.539643	2.539643	448.8726	2.257183	4.612768	15.8374
2.88	4000	60.0	18.63	1.970918786	1147.1165	5.914764	18.7704	0.010074	3.187646	3.187646	310.0025	2.057156	4.282458	18.57764
3.08	4250	65.0	17.27	1.77348975	1086.8312	6.430671	21.16254	0.010129	4.187656	4.187656	225.3782	1.920995	3.914393	21.16254
3.32	4500	70.0	16.81	1.73748975	1026.6496	6.991144	25.16812	0.010159	5.850468	5.850468	315.0625	1.827656	3.670934	25.16812
3.52	4750	75.0	16.33	1.674528302	880.7738	9.073027	28.9189	0.010275	7.724183	7.724183	264.4159	1.70104	3.299264	28.9189
3.76	5000	80.0	14.96	1.425348646	743.11538	9.07898	32.68043	0.010305	9.864266	9.864266	228.2727	1.610682	2.995018	32.68043
4	5250	85.0	13.9	1.425348646	657.01885	10.1412	36.41082	0.0104	12.24475	12.24475	201.8253	1.544563	2.746365	36.41082
4.28	5500	90.0	13.07	1.3402379	578.10615	11.27245	40.58081	0.010525	15.21005	15.21005	177.5846	1.483961	2.495526	40.58081
4.56	5750	95.0	12.26	1.257178015	541.91115	12.24902	43.23648	0.010633	17.66757	17.66757	166.4661	1.456165	2.36853	43.23648
4.86	6000	100.0	11.87	1.217186218	481.60038	13.24227	48.32738	0.01081	21.57127	21.57127	141.9929	1.409849	2.146689	48.32738
5.18	6250	105.0	11.19	1.147456932	430.52462	14.26619	53.15829	0.01103	26.09944	26.09944	132.75	1.370625	1.941275	53.15829
5.5	6500	110.0	10.58	1.08450656	384.61538	16.2235	58.4006	0.011303	31.50538	31.50538	118.1474	1.325369	1.729664	58.4006
5.86	6750	115.0	10	0.969330484	339.84815	17.82927	64.53376	0.011666	38.34565	38.34565	104.3825	1.300388	1.524654	64.53376
6.24	7000	120.0	9.4	0.901538256	297.10562	19.62394	71.16638	0.012151	47.04073	47.04073	91.28358	1.268214	1.297361	71.16638
6.62	7250	125.0	8.9	0.851158376	266.74	21.666	78.88458	0.012686	56.18904	56.18904	81.7845	1.244461	1.110452	78.88458
7.06	7500	130.0	8.32	0.815217191	243.08654	23.43017	84.3486	0.013267	65.71203	65.71203	74.67214	1.22668	0.951297	84.3486
7.5	7750	135.0	7.95	0.766947358	215.76562	25.87137	92.16192	0.014193	78.88458	78.88458	66.28084	1.205702	0.746917	92.16192
7.96	8000	140.0	7.49	0.714446274	202.72123	27.31229	98.32425	0.014933	89.29156	89.29156	58.78845	1.185924	0.624121	98.32425
8.46	8250	145.0	7.03	0.70877769	190.08038	29.06059	104.6181	0.015597	101.0888	101.0888	58.39853	1.185924	0.495663	104.6181
8.96	8500	150.0	6.57	0.673707957	186.01885	30.0084	110.1217	0.016127	122.6482	122.6482	55.99823	1.167496	0.244398	110.1217
9.48	8750	155.0	6.54	0.670631656	184.90615	33.07543	133.07543	0.016949	150.9499	150.9499	50.53535	1.166334	0.189281	133.07543
10.06	9000	160.0	5.67	0.581419159	123.64562	39.21024	141.1569	0.021837	184.0319	184.0319	37.9831	1.134958	0.350101	141.1569
10.64	9250	165.0	5.12	0.525020599	100.82462	44.59585	160.5451	0.028239	238.0581	238.0581	30.97164	1.114749	-0.80797	160.5451
11.32	9500	170.0	6.8	0.525020599	100.82462	44.59585	160.5451	0.028239	238.0581	238.0581	30.97164	1.114749	-0.80797	160.5451
														-137.224
														12.6944

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Ponorogo, 3 Oktober 1991, merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di BA Aisyiyah Tonatan, MI Maarif Mayak Tonatan, SMPN 6 Ponorogo dan SMAN 3 Ponorogo. Setelah lulus dari SMAN tahun 2010, Penulis diterima di Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS pada tahun 2010 dan terdaftar dengan NRP. 2110100038

Di Jurusan Teknik Mesin ini Penulis mengambil Bidang Studi Otomotif. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan Seminar yang diselenggarakan baik oleh Jurusan, maupun diluar jurusan.