



**TUGAS AKHIR - TM 141585**

**STUDI EKSPERIMEN DAN ANALISA PENGARUH BASE OIL  
PERLUMAS SAE 10W30 TERHADAP VISKOSITAS,  
TEMPERATUR DAN PERFORMA KENDARAAN TRANSMISI  
OTOMATIS VARIO 125 PGM-FI**

AZMI

NRP . 021116 45 000012

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 AND ANALYSIS OF EFFECT OF  
BASE OIL LUBRICATION OF SAE 10W30 TO VISCOSITY,  
TEMPERATURE AND VEHICLE PERFORMANCE  
TRANSMISSION VARIO 125 PGM-FI**

**AZMI**

**NRP . 021116 45 000012**

**Supervisor**

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

**DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING**

**Faculty of Industrial Technology**

**Sepuluh Nopember Institute of Technology**

**Surabaya**

**STUDI EKSPERIMEN DAN ANALISA PENGARUH  
BASE OIL PELUMAS SAE 10W30 TERHADAP  
VISKOSITAS, TEMPERATUR DAN PERFORMA  
KENDARAAN TRANSMISI OTOMATIS VARIO 125  
PGM-FI**

**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 :

**AZMI**

NRP. 021116 45 000012

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.Eng UNGGUL WASIWITONO, ST, M.Eng.Sc. (Penguji-II)  
NIP. 197805102001121001
4. Ir. YUSUF KAELANI, MSc.E (Penguji III)  
NIP. 196511031990021001

**SURABAYA**

**JULI, 2018**

**STUDI EKSPERIMEN DAN ANALISA PENGARUH *BASE OIL* PELUMAS SAE 10W30 TERHADAP VISKOSITAS, TEMPERATUR DAN PERFORMA KENDARAAN TRANSMISI OTOMATIS VARIO 125 PGM-FI**

**Nama** : AZMI  
**NRP** : 0211164500012  
**Departemen** : Teknik Mesin FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Prof.Ir.I Nyoman Sutantra,M.Sc.,Ph.D

**ABSTRAK**

Melihat kondisi saat ini sepeda motor menjadi alat transportasi yang paling banyak dipilih masyarakat dimana pertumbuhan penggunaan sepeda motor dalam lima tahun terakhir mencapai lebih dari 9 persen. Sejak tahun 2012 penjualan sepeda motor dengan transmisi otomatis terus mengalami peningkatan yang tajam hingga pada tahun 2018 penjualan sepeda motor transmisi otomatis mencapai 70 persen seluruh sepeda motor yang dijual ditahun tersebut. Dengan banyaknya jumlah sepeda motor transmisi otomatis saat ini maka permintaan akan pelumas khusus transmisi otomatis meningkat tajam. Konsumen saat ini dibingungkan dengan banyaknya pilihan pelumas dari segi bahan dasar atau base oil dan viskositas pelumas, Disisi lain setiap pabrikan kendaraan bermotor telah memproduksi sendiri pelumas yang digunakan untuk kendaraan yang diproduksi sehingga rata-rata konsumen memilih pelumas dari pabrikan kendaraan. sehingga perlu adanya studi eksperimen dan analisa pengaruh *base oil* pelumas terhadap sepeda motor transmisi otomatis.

Studi eksperimen dimulai dari pemilihan pelumas yang digunakan yang berjumlah tiga pelumas yang masing-masing memiliki viskositas yang sama yakni SAE 10W30 berdasarkan viskositas yang dianjurkan oleh pabrikan dengan *base oil* pelumas yang berbeda. Setelah itu dilakukan pengecekan kondisi kendaraan dan penggantian pelumas, pemasangan thermometer pada tutup oli kendaraan sebelum kendaraan di set up diatas mesin *inertia roller chasis dynotest* dan dilakukan *running full throttle* pada temperature awal pelumas 40°C sebanyak tiga puluh kali terus menerus hingga didapatkan kenaikan temperatur

pelumas setiap kali *running* pada dynotest. Selanjutnya didapat nilai torsi, power dan rpm pada mesin didapat dari sensor pada roller dynotest dan clamp pada kabel busi yang terhubung pada *controller* yang ditampilkan oleh layar computer melalui program sportdynamo. Langkah berikutnya pelumas hasil dynotest diuji viskositas kinematik di laboratorium untuk melihat perubahan viskositas terhadap temperatur pada pelumas tersebut.

Dari hasil studi eksperimen ini yang didapatkan bahwa kendaraan dengan pelumas 1 dengan *base oil* mineral nilai gaya dorong kendaraan tertinggi sebesar 2937.91 N dengan percepatan tertinggi yaitu  $17.99 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan 10.44 km/jam dengan daya tertinggi 8.7 HP pada 8315 RPM pada temperatur  $40^\circ\text{C}$  menghasilkan viskositas 82.39 cSt dan pada temperatur akhir  $93^\circ\text{C}$  menghasilkan viskositas 12.41 cSt. Kendaraan dengan pelumas 2 dengan *base oil* semi sintetik mendapatkan nilai gaya dorong kendaraan tertinggi 3085.38 N dengan percepatan tertinggi  $18.88 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan 12.56 km/jam dengan daya tertinggi 8.7 HP pada 8225 RPM pada temperatur  $40^\circ\text{C}$  yakni 69.64 cSt dan pada temperatur akhir  $95.4^\circ\text{C}$  menghasilkan viskositas 13.13 cSt. Kendaraan dengan pelumas 3 dengan *base oil* full sintetik memiliki nilai gaya dorong kendaraan tertinggi 3164.8 N dengan percepatan tertinggi  $19.37 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan 12.87 km/jam dengan daya tertinggi 8.8 HP pada 8271 RPM pada temperatur  $40^\circ\text{C}$  yakni 78.66 cSt dan pada temperatur akhir  $95.8^\circ\text{C}$  yakni 12.67 cSt.

**Kata kunci:** *Transmisi Otomatis, Base oil pelumas Viskositas, Temperatur Pelumas, Gaya Dorong, Power, Torsi*

EXPERIMENTAL STUDY AND ANALYSIS OF EFFECT  
OF BASE OIL LUBRICATION OF SAE 10W30 TO  
VISCOSITY, TEMPERATURE AND VEHICLE  
PERFORMANCE TRANSMISSION VARIO 125 PGM-FI

**Student Name** : AZMI  
**NRP** : 02111645000012  
**Departement** : Teknik Mesin FTI-ITS  
**Advisor Lecturer** : Prof.Ir.I NyomanSutantra,M.Sc.,Ph.D

**ABSTRACT**

Seeing the current condition of motorcycles became the most popular means of transportation where the growth of motorcycle use in the last five years reached more than 9 percent. Since 2012 sales of motorcycles with automatic transmission continue to increase sharply until in 2018 motorcycle automatic transmission sales reached 70 percent of all motorcycles sold that year. With the large number of automatic transmission motorcycles today the demand for automatic lubricants for automatic transmission increases sharply. Consumers today are puzzled by the large selection of lubricants in terms of base oil or lubricant viscosity. On the other hand every motor vehicle manufacturer has self-produced lubricants used for manufactured vehicles so that the average consumer chooses lubricants from vehicle manufacturers. so the need for experimental studies and analysis of the influence of base oil lubricants on automatic motorcycle transmission.

Experimental studies began with the selection of used lubricants which amounted to three lubricants each having the same viscosity ie SAE 10W30 based on the viscosity recommended by the manufacturer with different lubricating oil base. After that checked the condition of the vehicle and the replacement of the lubricant, the installation of the thermometer on the vehicle oil cover before the vehicle is set up above the

engine inertia roller chasis dynotest and performed full throttle running at the initial temperature of 40 ° C lubricant as much as thirty times continuously to get the increase in lubricant temperature every time it runs on the dynotest. Further obtained values torque, power and rpm on the machine obtained from the sensor on the dynotest roller and clamp on the spark plug wires connected to the controller displayed by the computer screen through sportdyno program. The next step of the dynotest lubricant was tested for the kinematic viscosity in the laboratory to see changes in viscosity to the temperature of the lubricant.

From this experiment study we found that vehicles with lubricant 1 with base oil mineral value of the highest vehicle thrust force of 2937.91 N with the highest acceleration of 17.99 m<sup>2</sup>/s at a speed of 10.44 km/h with the highest power of 8.7 HP at 8315 RPM at 40°C yields a viscosity of 82.39 cSt and at a final temperature of 93°C yields a viscosity of 12.41 cSt. Vehicle with lubricant 2 with semi synthetic base oil gained the highest thrust value of vehicle 3085.38 N with highest acceleration of 18.88 m<sup>2</sup>/s at speed of 12.56 km/h with highest power 8.7 HP at 8225 RPM at 40°C is 69.64 cSt and at final temperature 95.4°C yields a viscosity of 13.13 cSt. Vehicle with lubricant 3 with full synthetic base oil has the highest thrust value of vehicle 3164.8 N with highest acceleration of 19.37 m<sup>2</sup>/s at speed of 12.87 km/h with the highest power 8.8 HP at 8271 RPM at 40°C is 78.66 cSt and at final temperature 95.8°C is 12.67 cSt.

***Keywords: Automatic Transmission, Base oil lubricant Viscosity, Lubricant Temperature Traction , Power***

## KATA PENGANTAR

Segala puji saya panjatkan bagi Allah Subhanallahu Wa Ta'ala, hanya karena tuntunan rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“STUDI EKSPERIMEN DAN ANALISA PENGARUH BASE OIL PERLUMAS SAE 10W30 TERHADAP VISKOSITAS, TEMPERATUR DAN PERFORMA KENDARAAN TRANSMISI OTOMATIS HONDA VARIO 125 PGM-FI”**

Penyusunan Tugas Akhir ini tidaklah lepas dari peran berbagai pihak. Secara khusus penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., Ph.D, Selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan pengarahan,
2. Bapak Dr.Unggul Wasiswitono,ST., M.Eng.Sc, Ir.Julendra B.Ariatedja,MT, Ir. Yusuf Kaelani,M.Sc.E selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran terbaik hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ali Ibrahim Bamazru dan Ibu Zainah Muhammad Altway tercinta selaku orang tua penulis atas kasih sayang tak pernah terputus serta do'a beliau yang senantiasa menemani dan menguatkan penulis dalam menghadapi segala tantangan hidup.
4. Amirah Bamazru dan Ahnaf Bamazru tercinta selaku adik penulis yang senantiasa mensupport dalam bentuk apapun.
5. Khadijah Altway selaku nenek dari penulis yang telah mendoakan penulis menyelesaikan Tugas Akhir penulis.

6. Abdul Malik, Syafik, Fariz, Ibrahim, Ramzi Bamazru dan Abdullah Mubarak Basalamah selaku Sepupu dan keponakan yang senantiasa mensupport penulis.
7. Segenap Keluarga Bamazru dan Altway selaku keluarga besar penulis yang mendoakan dan mensupport penulis.
8. Keluarga besar toko Panglima Motor Kota Pasuruan
9. Kru bengkel Iquteche Racing, khususnya Saudara Maxgizca Yunas yang telah membantu pada saat uji dynotest.
10. Segenap dosen pengajar jurusan Teknik Mesin ITS yang telah mendidik penulis baik tentang ilmu keteknikan maupun ilmu kehidupan selama menjalani kuliah.
11. Segenap Karyawan Jurusan Teknik Mesin ITS, Terima kasih atas segala bantuan yang diberikan.
12. Segenap Teman-Teman angkatan 2016 Lintas jalur teknik mesin FTI-ITS dan Teman-Teman D3 Teknik Mesin ITS angkatan 2011 yang telah membantu penulis.
13. Seluruh pihak yang belum disebutkan yang memberikan do'a, bantuan terselesaikannya Tugas Akhir 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, 27 Juli 2018  
Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	li
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	Vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
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
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	<b>5</b>
2.1. Penelitian Terdahulu .....	5
2.2. Transmisi Kendaraan .....	8
2.2.1. Transmisi Otomatis .....	9
2.2.2. Cara Kerja Transmisi Otomatis .....	10

2.3	Komponen Transmisi Otomatis .....	11
2.3.1.	Pulli Penggerak / Pulli Primer.....	11
2.3.2	Pulli yang bergerak / Pulli Sekunder ..	12
2.3.3	Final Gear.....	14
2.4	Gaya dorong kendaraan.....	14
2.5	Kecepatan dan Percepatan kendaraan.....	17
2.6	Gaya hambatan pada kendaraan.....	18
2.7	Mesin Honda Vario 125 PGM Fi.....	20
2.8	DynoTest.....	22
2.9	Pelumasan.....	25
2.9.1	Rezim atau kondisi pada proses.....	25
2.9.2	Cara-cara Pelumasan.....	26
2.10	Pelumas .....	29
2.10.1	Penggunaan Minyak Pelumas .....	29
2.10.2	Beberapa sifat penting Pelumas.....	30
2.10.3	Klasifikasi Base Pelumas.....	31
2.10.4	Klasifikasi Formula pada Pelumas.....	33
2.10.5	Pelumasan dalam mesin.....	35
2.11	Karakteristik Fisik dan Kimia Pelumas.....	36

2.12	Viskositas Pelumas.....	37
2.12.1	Viskositas Index.....	40
2.13	Klasifikasi Pelumas Mesin menurut JASO....	41
2.14	Klasifikasi Pelumas Berdasarkan SAE.....	42
2.15	Klasifikasi Pelumas menurut Kualitas API...	43
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI.....</b>	<b>45</b>
3.1	Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	45
3.2	Peralatan yang Digunakan.....	46
3.3	Pelaksanaan Percobaan .....	50
3.4	Skema Pengujian.....	50
3.5	Prosedur Pengujian Pelumas.....	52
3.6	Prosedur Pengujian Kendaraan.....	53
3.7	Prosedur Perhitungan.....	55
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>59</b>
4.1	Data Hasil Pengujian.....	59
4.1.1	Data Pelumas.....	59
4.1.2	Data hasil pengujian kendaraan.....	60
4.2	Contoh Perhitungan kinerja kendaraan.....	61
4.3	Analisa Data dan Pembahasan.....	62

4.3.1 Grafik Perbandingan Viskositas .....	62
4.3.2 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan setiap pelumas dan gaya hambat..	64
4.3.3 Grafik Perbandingan percepatan Kendaraan setiap pelumas.....	66
4.3.4 Grafik Perbandingan rata-rata daya Kendaan Variasi Pelumas.....	68
4.3.5 Grafik Perbandingan Daya kendaraan terhadap Temperatur kendaraan tiap pelumas	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>75</b>
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran.....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>79</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1 Grafik Perbandingan torsi dan kecepatan putar mesin...	5
2.2 Grafik perbandingan daya dengan kecepatan putaran...	6
2.3 Grafik perbandingan viskositas & torsi dan kecepatan..	7
2.4 Gaya dorong yang dibutuhkan kendaraan.....	8
2.5 Transmisi Otomatis.....	9
2.6 Skematik CVT system pada sepeda motor.....	10
2.7 Driver Pulley.....	11
2.8 Konstruksi Roller pada primary driver pulley.....	14
2.9 Final gear.....	14
2.10 FBD Gaya dorong, Kecepatan dan percepatan.....	15
2.11 Pengaruh tekanan ban .....	20
2.12 Honda Vario 125 PGM Fi.....	21
2.13 Dynamometer chasis.....	22
2.14 SP-1 V4 Inertia Electronic Kit.....	23
2.15 Kabel Sensor Pengukur RPM Engine.....	23
2.16 Perhitungan torsi engine.....	24
2.17 Dynamometer Engine.....	25

2.18 Stribeck Curve.....	25
2.19 Cara Pelumasan Sumbu, Percik dan Cincin.....	28
2.20 Pelumasan Sepeda Motor.....	30
2.21 Oli mineral.....	33
2.22 Oli Sintetik.....	35
2.23 Contoh Klasifikasi pelumas.....	37
2.24 Kekentalan / Viskositas.....	39
3.1 Diagram alir penelitian.....	45
3.2 Thermometer Digital.....	47
3.3 Skema dynotest.....	48
3.4 Display software dynotest.....	49
3.5 Set Up kendaraan alat dynotest.....	50
3.6 Skema percobaan pengukuran torsi roda dan putaran...	51
3.7 Flowchart pengujian pelumas.....	52
3.8 Flowchart pengujian kendaraan.....	53
3.9 Flowchart perhitungan.....	55
4.1 Hasil pengujian dynamometer pelumas 1.....	60
4.2 Hasil pengujian dynamometer pelumas 2.....	60
4.3 Hasil pengujian dynamometer pelumas 3.....	61

4.4 Grafik perbandingan viskositas pelumas pelumas.....	63
4.5 Grafik perbandingan gaya kendaraan dan gaya hambat.	64
4.6 Grafik perbandingan percepatan kendaraan.....	66
4.7 Grafik perbandingan daya kendaraan variasi pelumas...	68
4.8 Grafik daya kendaraan terhadap kenaikan temperatur...	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pelumas yang digunakan pada penelitian.....	7
Tabel 2.2 Koefisien hambat aerodinamika kendaraan.....	19
Tabel 2.3 Spesifikasi Honda Vario 125 PGM Fi.....	20
Tabel 2.4 Kategori pada base oil.....	31
Tabel 2.5 Tabel indeks gesekan klasifikasi JASO.....	41
Tabel 2.6 Viskositas SAE.....	42
Tabel 2.7 Klasifikasi API.....	43
Tabel 4.1 Data pelumas dan hasil pengujian pelumas.....	59

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Saat ini sepeda motor menjadi alat transportasi roda dua yang efisien, efektif dan ekonomis serta terjangkau oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Data dari asosiasi industri sepeda motor Indonesia (AISI) mencatat di tahun 2012 hingga 2016 penjualan sepeda motor mencapai angka rata-rata 7 juta per tahun dan penjualan sepeda motor jenis transmisi otomatis terus mengalami kenaikan setiap tahun. Bahkan untuk sepeda motor pabrikan Honda jenis sepeda motor transmisi otomatis menjadi yang terlaris yakni beat series bahkan hingga Agustus 2017 terjual dengan 180.249 unit. Dengan pertumbuhan penjualan sepeda motor jenis transmisi otomatis yang terus meningkat sehingga permintaan akan pelumas khusus transmisi otomatis pun ikut meningkat dimana penjualan pelumas jenis ini pada tahun 2017 mengalami kenaikan yang cukup besar hingga 10 %.

Minyak pelumas atau yang lebih dikenal dengan nama oli dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang berada diantara dua permukaan yang bergerak secara relatif agar dapat mengurangi gesekan antar permukaan tersebut. Prinsip dasar dari pelumasan itu sendiri adalah mencegah terjadinya *solid friction* (gesekan padat). Bahan pelumas berasal dari minyak bumi yang dicampurkan dengan paduan adiktif. Secara umum fungsi pelumas adalah untuk mencegah atau mengurangi keausan dan gesekan. Selain berfungsi mengurangi gaya gesek, pelumas juga berfungsi mendinginkan dan mengendalikan panas yang keluar dari mesin serta mengendalikan kontaminan atau kotoran guna memastikan mesin bekerja dengan baik.

Banyak masyarakat awam saat ini hanya memilih minyak pelumas berdasarkan rekomendasi dari pabrikan sepeda motor atau dengan melihat merk yang terkenal saja dan tidak mengenal ataupun memahami bagaimana karakteristik, performa, dan jenis bahan dasar dari pelumas tersebut. Hal ini yang mendorong dilakukannya penelitian tentang pengaruh jenis pelumas transmisi otomatis terhadap Power, Torsi, Karakteristik tranksi serta perubahan nilai viskositas pelumas dengan kekentalan SAE 10W-30 pada sepeda motor Vario 125 PGM-FI.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Bagaimana perbandingan pengaruh *Base oil* pelumas terhadap performa kendaraan ?
2. Bagaimana perbandingan pengaruh temperatur dan viskositas pada *Base oil* pelumas terhadap performa kendaraan ?

## **1.3 Tujuan Tugas Akhir**

Berikut merupakan tujuan dari tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Menganalisa perbandingan pengaruh *Base oil* pelumas terhadap performa kendaraan.
2. Menganalisa perbandingan pengaruh temperatur dan viskositas pada *Base oil* pelumas terhadap performa kendaraan.

## 1.4 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah dari tugas akhir ini antara lain :

1. Kendaraan yang digunakan adalah Honda Vario 125 PGM Fi produksi tahun 2014
2. Menggunakan bahan bakar pertamax produksi Pertamina RON 92
3. Dyno test yang digunakan adalah chasis inersia dynotest tipe roller
4. Massa pengemudi 55 kg
5. Kinerja engine tidak dipengaruhi lingkungan
6. Keausan belt diabaikan
7. Tiga buah Pelumas viskositas SAE 10W-30 dengan propertis yang berbeda
8. Kendaraan diuji pada kondisi jalan datar
9. Gaya belt pada pulley diabaikan
10. Gaya gesek antara variator pulley dengan poros pulley diabaikan
11. Efisiensi transmisi = 90 %
12. Slip roda 1 %
13. Kondisi ban dalam kondisi optimal
14. Rolling Resistanse ( $R_r$ ) diabaikan karena sudah diperhitungkan oleh dynotest

## 1.5 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat dari tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh pelumas terhadap power, gaya dorong dan pengaruh nilai viskositas pelumas terhadap performa.
2. Mengetahui pemilihan pelumas yang baik untuk sepeda motor Honda Vario 125 PGM Fi dan sepeda motor transmisi otomatis pada umumnya.

3. Sebagiaian acuan dalam penelitian serta riset berikutnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi dalam beberapa bab sebagai berikut:

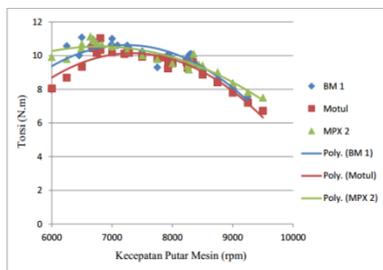
1. Bab 1 pendahuluan, Bab ini berisi latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat dan sistematika penulisan laporan.
2. Bab 2 dasar kajian pustaka, Bab ini berisi dasar-dasar ilmu yang mendukung pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bab 3 metodologi, Bab ini berisi urutan serta langkah-langkah analisa perbandingan dari Honda Vario PGM Fi
4. Bab 4 hasil dan analisa, pada bab ini membahas hasil perbandingan performa pelumas 10W-30
5. Bab 5 kesimpulan dan saran yang berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran untuk membuat penelitian ini lebih baik.

## BAB II

### Dasar Teori

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

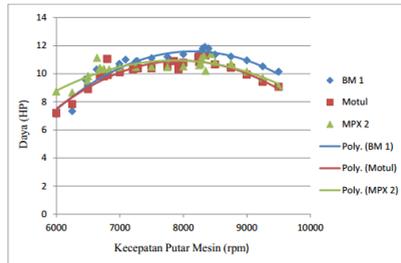
Pada penelitian karakteristik viskositas dan konduktivitas termal tiga produk minyak pelumas beserta pengaruhnya terhadap sepeda motor Honda megapro 150 cc [3] dimana pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sampel oli MPX 2, BM 1 dan Motul 3100 terhadap torsi dan daya pada kinerja mesin sepeda motor standar pabrikan merk Honda Megapro 150 cc dengan menggunakan bahan bakar pertamax (Ron 92). Perhitungan kinerja mesin dengan dynotest berdasarkan data hasil pengujian kondisi yang dilakukan pada putaran 6000 rpm sampai dengan putaran mesin maksimal/*limiter* 9500 rpm, seperti yang dilihat pada gambar.



Gambar 2.1 Grafik perbandingan torsi dengan kecepatan putar mesin (*rpm*) [3]

Pada gambar 2.1 grafik menunjukkan tiga sampel minyak pelumas tidak ada perbedaan yang signifikan dalam pengaruh torsi puncak terhadap kinerja mesin. Untuk sampel oli MPX 2 menunjukkan nilai torsi tertinggi yaitu 11,13 N.m terjadi pada kecepatan putar mesin 6642 rpm, sampel oli BM 1 torsi tertinggi yaitu 11,08 N.m pada kecepatan putar mesin 6636 rpm dan sampel oli Motul 3100 torsi tertinggi yaitu 11,04 N.m terjadi pada

putaran mesin 6805 rpm. Perhitungan kinerja mesin dengan sistem gas spontan berdasarkan data hasil pengujian kondisi yang dilakukan pada bukaan 6000 rpm sampai dengan putaran mesin maksimal/*limiter* 9500 rpm, seperti yang dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.2 Grafik perbandingan daya dengan kecepatan putar mesin (rpm) [3]

Pada gambar grafik 2.2 menunjukkan tiga sampel minyak pelumas tidak ada perbedaan yang signifikan dalam pengaruh daya puncak terhadap kinerja mesin. Untuk sampel oli BM 1 menunjukkan nilai daya tertinggi yaitu 11,9 HP terjadi pada kecepatan putar mesin 8340 rpm, sampel oli MPX 2 daya tertinggi yaitu 11,4 HP pada kecepatan putar mesin 8437 rpm dan sampel oli Motul 3100 daya tertinggi yaitu 11,3 HP terjadi pada putaran mesin 8341 rpm.

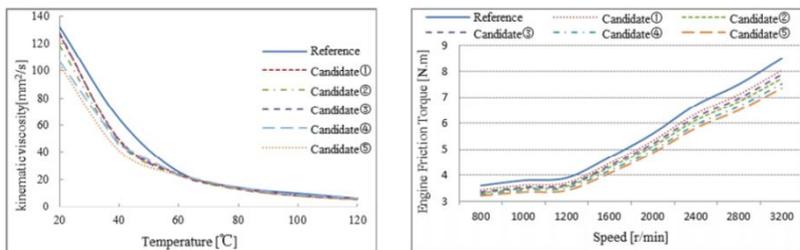
Penelitian selanjutnya yakni penelitian dampak minyak pelumas pada gesekan mesin dan penggunaan bahan bakar [4] dimana penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh pelumas terhadap gesekan mesin mobil dengan membandingkan minyak pelumas referensi pabrik dengan minyak pelumas yang ada dipasaran seperti pada tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Pelumas yang digunakan pada penelitian [4]

Type	Reference	Candidate①	Candidate②	Candidate③	Candidate④	Candidate⑤
Standard	API SM	API SN	API SN	Dexos1	Dexos1	Dexos1
Vis-grade	5W-30	5W-20	0W-20	5W-20	5W-20	5W-20
Base oil	III type	III type	III type	III type	III type	III type
Additives	10~15%	10~15%	10~15%	10~15%	10~15%	10~15%
FM	0	0	0	0	H.P*; 1%	H.P*; 1%
VII	5~10%	5~10%	5~10%	5~10%	5~10%	N.T*; 5~10%

Type	Reference	Candidate①	Candidate②	Candidate③	Candidate④	Candidate⑤
KV100[mm <sup>2</sup> /s]	9.95	8.570	8.2	8.610	8.210	8.020
KV40 [mm <sup>2</sup> /s]	64.70	49.41	46.77	48.67	45.89	41.10
CCS [mPa.s]	5460	5200	3100	5280	4660	4220
HTHS[mPa.s]	3.12	2.71	2.57	2.72	2.69	2.62
Pour point[°C]	-38	-42	-44	-43	-41	-43
VI	135	151	150	142	168	178

Kendaraan yang digunakan merupakan mobil jenis van untuk kendaraan sehari-hari. Dengan melakukan pengujian kendaraan dengan mesin dynamometer untuk mengetahui performa mesin menggunakan ke-5 kandidat pelumas untuk menggantikan pelumas referensi dan perubahan viskositas pelumas tersebut terhadap temperatur kerja pelumas sehingga didapatkan gambar 2.3 dibawah.



(a)

(b)

Gambar 2.3 Grafik perbandingan viskositas terhadap temperatur (a) dan Torsi terhadap kecepatan (b) [4]

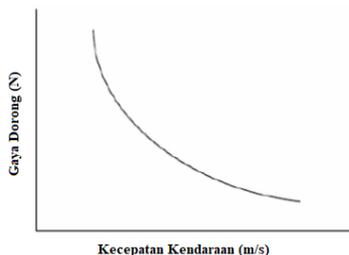
Pada gambar 2.3 menunjukkan pengujian kendaraan dilakukan pada temperatur pelumas 20°C hingga 120°C dengan putaran mesin 800 rpm hingga 3200 rpm didapat dari ke-5

pelumas kandidat 1 menghasilkan torsi tertinggi pada 3200 rpm yakni 8.1 Nm disusul oleh pelumas kandidat 3 yakni 7.9 Nm lalu pelumas kandidat 2 yakni 7.6 Nm lalu pelumas kandidat 4 yakni 7.5 Nm lalu selanjutnya pelumas kandidat 5 yakni 7.3 Nm. Hasil ini menunjukkan pengaruh properti pelumas berpengaruh terhadap performa mesin ditinjau dari viskositas pelumas terhadap temperatur kerja.

## 2.2 Transmisi Kendaraan

Saat kendaraan bergerak dibutuhkan gaya dorong yang yang cukup untuk melawan hambatan yang ada pada kendaraan dimana gaya dorong dari kendaraan berada pada roda penggerak kendaraan.gaya dorong tersebut ditransformasikan dari torsi mesin kendaraan ke roda penggerak yang terdiri dari kopling, transmisi gigi, gigi diferensial, dan poros penggerak.

Dari kebutuhan untuk menggerakkan kendaraan,maka pada saat kecepatan kendaraan rendah maka diperlukan gaya dorong yang besar hingga menghasilkan percepatan yang cukup besar untuk bergerak pada jalan yang menanjak. Pada kecepatan tinggi dimana percepatan sudah tidak diperlukan lagi, maka gaya dorong yang diperlukan hanya untuk melawan hambatan angin dan hambatan rolling.maka gaya dorong dapat ditunjukkan seperti hambar 2.4 sebagai berikut.

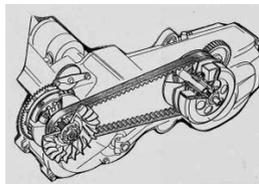


Gambar 2.4 Gaya Dorong yang Dibutuhkan Kendaraan [1]

Dengan melihat karakteristik torsi yang dihasilkan baik oleh mesin bensin maupun mesin diesel, maka dibutuhkan sistem transmisi sedemikian agar tidak hanya dapat mentransmisikan namun juga mentraformasikan torsi yang dihasilkan mesin untuk menjadi gaya dorong yang diperlukan oleh kendaraan.

### 2.2.1 Transmisi Otomatis

Transmisi otomatis merupakan transmisi kendaraan yang pengoperasiannya dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Transmisi yang digunakan yaitu transmisi otomatis “V” belt atau yang dikenal dengan CVT (*Constantly Variable Transmission*). dilihat pada gambar 2.5 transmisi otomatis menggunakan CVT merupakan sistem transmisi daya dari mesin menuju ban belakang menggunakan sabuk yang menghubungkan *drive pulley* dengan *driven pulley* menggunakan prinsip gaya gesek.

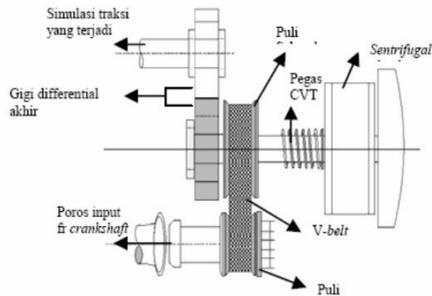


Gambar 2.5 Transmisi Otomatis [5]

### 2.2.2 Cara Kerja Transmisi Otomatis

Pada transmisi otomatis terdiri atas dua buah pulli yang dihubungkan oleh sabuk (belt). Pulli penggerak/*drive pulley* sentrifugal unit diikat ke ujung poros engkol (*crankshaft*), bertindak sebagai pengatur kecepatan berdasarkan gaya sentrifugal. pulli yang bergerak/*driven pulley* berputar pada bantalan poros utama (*input shaft*) transmisi. seperti pada gambar 2.6 skematika system CVT pada bagian tengah kopling

sentrifugal / centrifugal clutch diikatkan/dipasangkan ke pulli dan ikut berputar bersama pulli tersebut. drum kopling/clutch drum berada pada alur poros utama (input shaft) dan akan memutar poros tersebut jika mendapat gaya dari kopling tersebut.



Gambar 2.6 Skematik CVT system pada sepeda motor [5]

Kedua puli masing-masing terpisah menjadi dua bagian dengan setengah bagiannya dibuat tetap dan setengah bagian lainnya dapat digeser mendekat atau menjauh sesuai arah poros posisi maximum dan celah puli yang digerakkan berada pada posisi minimum.

Pergerakan puli dikontrol oleh pergerakan roller. fungsi dari roller hampir sama dengan plat penekan pada kopling sentrifugal. ketika putaran mesin naik, roller akan terlempar ke arah luar dan mendorong bagian puli yang dapat bergeser mendekati puli yang diam, sehingga celah pulinya akan menyempit.

## 2.3 Komponen Transmisi Otomatis

Dalam transmisi otomatis terdiri dari beberapa komponen seperti pada gambar 2.7 berikut merupakan bagian-bagian komponen transmisi otomatis tersebut:



Gambar 2.7 Drive Pulley [6]

### 2.3.1 Pulli Penggerak / Pulli Primer

Puli penggerak / Puli Primer adalah komponen yang berfungsi mengatur kecepatan sepeda motor berdasarkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh roller akibat adanya putaran *engine*.

- a) **Dinding luar pulli penggerak dan kipas pendingin**  
Dinding luar pulli penggerak dan kipas pendingin merupakan komponen pulli penggerak tetap dan berfungsi sebagai memperbesar perbandingan rasio bagian tepi komponen ini terdapat kipas pendingin yang berfungsi mendinginkan ruangan CVT.
- b) **Dinding dalam pulli penggerak (movable drive face)**  
Dinding dalam pulli penggerak berfungsi sebagai komponen pulli yang bergerak menekan CVT agar diperoleh kecepatan yang diinginkan.
- c) **Bushing / bos pulli**  
Komponen ini berfungsi sebagai poros dinding dalam pulli agar dinding dalam dapat bergerak mulus sewaktu bergeser.

**d) 6 buah peluru sentrifugal (roller)**

Roller merupakan suatu material yang tersusun dalam Teflon sebagai permukaan luarnya dan tembaga atau aluminium sebagai lapisan dalamnya. Roller berbentuk seperti bangun ruang atau silinder yang mempunyai diameter dan berat tertentu. roller berfungsi untuk menekan dinding dalam puli primer sewaktu terjadi putaran tinggi. Semakin berat rollernya maka roller tersebut semakin cepat bergerak mendorong movable drive face pada drive pulley sehingga menekan belt ke posisinya, Namun supaya belt dapat tertekan butuh berat roller yang tepat.

**e) Plat penahan**

Komponen ini berfungsi untuk menahan gerakan dinding dalam agar dapat bergeser ke arah luar sewaktu terdorong oleh roller.

**f) V belt**

Berfungsi sebagai penghubung putaran dari puli primer dan puli sekunder. besarnya diameter v-belt bervariasi tergantung pabrikan motor tersebut. besarnya diameter v-belt diukur dari dua poros yakni crankshaft poros primary drive gear shift. V-belt terbuat dari karet dengan kualitas tinggi sehingga tahan terhadap gesekan dan panas.

### **2.3.2 Pulli yang bergerak / pulli sekunder (Driven pulley / secondary pulley)**

Pulli sekunder merupakan komponen yang berfungsi berkesinambungan dengan puli primer mengatur kecepatan berdasarkan besar gaya tarik sabuk yang diperoleh dari puli primer seperti yang digambarkan pada gambar 2.8.

**a) Dinding luar puli sekunder**

Bagian ini berfungsi menahan sabuk atau sebagai lintasan agar sabuk dapat bergerak ke bagian luar.

Bagian ini terbuat dari bahan ringan dengan bagian permukaan yang halus adar memudahkan belt dapat bergerak.

**b) Pegas pengembali**

Pegas pengembali berfungsi mengembalikan posisi pulli ke posisi awal yaitu posisi belt terluar. prinsip kerjanya adalah semakin keras pegas makan belt dapat terjadi lebih lama di kondisi paling luar dari driven pulley. namun kesalahan kombinasi antara roller dan pegas CVT dapat menyebabkan keausan bahkan kerusakan pada system CVT.

**c) Kampas kopling dan rumah kopling**

Kampas kopling pada transmisi otomatis sama dengan transmisi manual yakni menyalurkan putaran dari putaran pulli sekunder menuju gigi reduksi. Cara kerja kopling sentrifugal yakni untuk pada saat putaran rendah, putaran poros pulli sekunder tidak diteruskan ke penggerak roda, hal ini karena rumah kampas kopling bebas terhadap kampas dan pegas pengembali yang terpasang pada poros puli sekunder. Pada saat putaran rendah gaya sentrifugal dari kampas kopling menjadi kecil sehingga sepatu kopling terlepas dari rumah kopling dan tertarik kearah poros puli sekunder akibat rumah pulli bebas. saat putaran mesin bertambah, gaya sentrifugal semakin bertambah dan besar sehingga mendorong kampas kopling mencapai rumah kopling dimana gaya lebih besar dari gaya pegas pengembali.

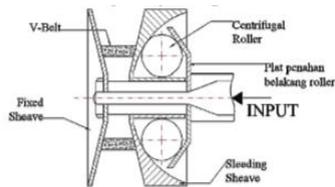
**d) Dinding dalam puli sekunder**

Bagian ini memiliki fungsi yang kebalikan dengan dinding luar pulli primer yaitu sebagai rel agar sabuk dapat bergerak ke posisi paling dalam puli sekunder.

**e) Torsi cam**

Apabila mesin membutuhkan torsi yang lebih atau bertemu jalan yang menanjak makan beban roda belakang meningkat dan kecepatan menurun. Dalam kondisi ini

posisi belt akan kembali seperti semula, Seperti keadaan diam. Drive pulley akan membuka sehingga kedudukan belt membesar sehingga kecepatan turun saat itu torsi cam berkerja untuk menahan pergerakan driven pulley agar tidak langsung menutup hingga kecepatan tidak mengalami drop.



Gambar 2.8 Konstruksi Roller pada Primary Driver Pulley [6]

### 2.3.3 Final Gear

Komponen ini berfungsi mengurangi kecepatan dari CVT agar dapat melipat gandakan tenaga yang akan dikirim ke poros roda. pada gigi reduksi jenis daro roda gigi yang digunakan adalah roda gigi helical yang bentuknya miring terhadap poros seperti pada gambar 2.9 seperti berikut.



Gambar 2.9 final gear [6]

### 2.4 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. Dapat di ilustrasikan pada gambar 2.10 dimana kemampuan kendaraan tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin kendaraan dan pemilihan tingkat serta rasio transmisi.



Gambar 2.10 FBD Gaya Dorong ,Kecepatan, Percepatan [5]

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

1.perbandingan transmisi

$$it = \frac{N_e}{N_{tr}} \quad (2.1)$$

2.Perbandingan putaran pada final gear

$$ig = \frac{N_{tr}}{n_p} \quad (2.2)$$

3.Torsi yang keluar dari transmisi

$$M_{tr} = it.M_e \quad (2.3)$$

4. Torsi pada poros penggerak setelah Mtr ditransmisikan oleh garden

$$Mp = ig.Mtr = it.ig.Me \quad (2.4)$$

Maka gaya dorong pada roda penggerak (Ft) dengan memperhatikan efisiensi ( $\eta t$ ) pada semua proses transmisi pada sepeda motor yang dirumuskan sebagai berikut,

$$Ft = \frac{it.ig.Me}{r} \eta t \quad (2.5)$$

dimana,

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

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

$Me$  = Torsi keluaran dengan mesin (N.m)

$Ne$  = Putaran mesin

$Ntr$  = putaran transmisi

$Np$  = putaran poros penggerak

$r$  = jari-jari roda (m)

$\eta t$  = efisiensi transmisi,(0.88 - 0.92) untuk mesin yang letaknya memanjang

= efisiensi transmisi,(0.91-0.95) untuk mesin yang letaknya melintang

$it$  = perbandingan gigi transmisi

$ig$  = perbandingan rasio transmisi pada final gear

## 2.5 Kecepatan dan percepatan kendaraan

Karakteristik kinerja traksi menggambarkan gaya traksi ( $F_t$ ) yang dapat dihasilkan kendaraan pada setiap kecepatannya. Dengan menggambarkan hambatan rolling dan hambatan angin pada karakteristik traksi, maka dapat ditunjukkan kecepatan maksimum ( $V_{max}$ ) yang dapat dicapai kendaraan dan dapat dipercepat yang dapat dihasilkan untuk setiap kecepatan kendaraan. Serta sekaligus dapat menghitung kemampuan tanjak. Kecepatan kendaraan ( $v$ ), percepatan pada setiap kecepatan dan sudut tanjakan pada setiap kecepatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut,

$$v = \frac{ne \cdot 2\pi \cdot r}{it \cdot ig \cdot 60} (1 - S) \quad (2.6)$$

$$v = \left(\frac{2\pi}{60}\right) \cdot Ne \cdot r \quad (2.7)$$

dimana:

ne	= Putaran mesin (rpm)
r	= Jari – jari roda kendaraan (m)
S	= slip pada ban kendaraan (2-5%)
it	= perbandingan gigi transmisi
ig	= perbandingan rasio transmisi pada <i>final gear</i>

Semakin mudah kendaraan dipercepat pada setiap kecepatan maka semakin bagus gaya dorong kendaraan tersebut. Kendaraan yang mudah dipercepat akan sangat mudah mendahului kendaraan lainnya. 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 2.8

$$a = \frac{F_t - R_a}{M} \quad (2.8)$$

$$io = it \cdot ig \quad (2.9)$$

Gaya dorong kendaraan juga dipengaruhi oleh dua macam gaya hambat, yaitu gaya hambat karena rolling resistance dan gaya hambat karena udara (aerodynamic resistance), dan hambatan karena jalan menanjak (grade resistance).

## 2.6 Gaya hambatan pada kendaraan

Gaya hambatan kendaraan adalah gaya yang menghambat pergerakan sebuah kendaraan. gaya-gaya hambat yang terjadi pada kendaraan yang bergerak meliputi gaya hambat rolling antara roda dan lintasan, gaya hambat angin atau aerodinamik, dan gaya hambat karena tanjakan. gaya hambat total pada kendaraan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R_t = R_a + R_r + R_g \quad (2.10)$$

dimana :

$R_t$  = gaya hambat total

$R_a$  = gaya hambat angin

$R_r$  = gaya hambat rolling

$R_g$  = gaya hambat karena tanjakan

### a. Aerodynamic resistance

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

$$R_a = 1/2 \cdot \rho \cdot C_d \cdot A_f \cdot V^2 \quad (2.11)$$

dimana,

$R_a$  = hambatan aerodinamika (N)

$\rho$  = massa jenis udara ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$C_d$  = koefisien drag

$A_f$  = Luas frontal kendaraan ( $\text{m}^2$ )

$V$  = kecepatan kendaraan

*Tabel 2.2 koefisien hambatan aerodinamis pada kendaraan [1]*

No	Jenis kendaraan	Koefisien hambatan
1	Kendaraan penumpang	0,3-0,6
2	Kendaraan convertible	0,4-0,65
3	Kendaraan balap	0,25-0,3
4	Bus	0,6-0,7
5	Truck	0,8-1
6	Tractor-trailer	0,8-1,3
7	Sepeda motor + pengendara	1,8

b. Rolling resistance antara ban dan jalan

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

$$R_r = f_r \cdot m \cdot g \quad (2.12)$$

$$f_r = f_0 + f_s \left(\frac{v}{100}\right)^{2.5} \quad (2.13)$$

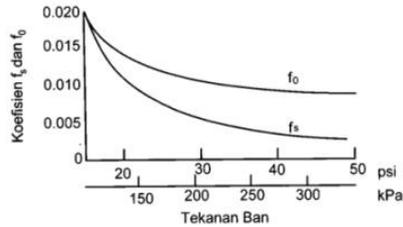
dimana,

$f_r$  = Koefisien hambat rolling

$f_0$  = Koefisien yang nilainya tergantung pada tekanan ban, didapat dari grafik gambar 2.11

$f_s$  = Koefisien yang nilainya tergantung pada tekanan ban, didapat dari grafik gambar 2.11

$v$  = Kecepatan kendaraan (km/h)



Gambar 2.11 pengaruh tekanan ban terhadap  $f_s$  dan  $f_0$  [1]

## 2.7 Mesin Honda Vario 125 PGM Fi

Berikut merupakan spesifikasi dari Honda Vario 125 PGM Fi tahun 2014. Pada gambar 2.11 dan Spesifikasi pada table 2.3 merupakan data dari produsen kendaraan.

Table 2.3 Spesifikasi Honda Vario 125 PGM Fi [7]

Spesifikasi Honda Vario 125 PGM Fi	
Dimensi	
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
Berat kosong	109 Kg*
Kapasitas tangki bahan bakar	5,5 liter
Rangka	
rangka	Tulang punggung
Tipe suspensi depan	Teleskopik
Tipe suspensi belakang	Lengan ayun dengan shockbreaker tunggal
Ukuran Ban Depan	80/90 – 14 M/C 40P (tanpa ban dalam)
Ukuran Ban Belakang	90/90 – 14 M/C 46P (tanpa ban dalam)
Rem Depan	Cakram hidrolik, dengan shockbreaker tunggal

Rem Belakang	Tromol – sistem pengereman CBS
<b>Mesin</b>	
Kelas	125
Volume Langkah	124,8 cc
Diameter X Langkah	52,4 x 57,9 mm
Perbandingan Kompresi	11,0 : 1
Daya Maksimum	11.1 HP/ 8.500 rpm
Torsi Maksimum	10,8 N.m/5.500 rpm
Kapasitas Minyak Pelumas Mesin	0,8 liter pada penggantian periodik
Tipe Kopling	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
Tipe Transmsi	Otomatis, V-Matic
Pola Pengoperan Gigi	–
Tipe Starter	Pedal & Elektrik
Perbandingan drive belt	2,6 : 1 – 0,82 : 1
Reduksi akhir	10,552 (53/17 x 44/13)
<b>Kelistrikan</b>	
Tipe Battery	12 V – 5 A.h (tipe MF)
Busi	ND U22EPR-9, NGK CPR9EA-9



Gambar 2.12 Honda Vario 125 PGM Fi [8]

## 2.8 DynoTest

Dynamometer, adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengukur torsi (torque) dan kecepatan putaran (rpm) dari tenaga yang diproduksi oleh suatu mesin, motor atau penggerak berputar lain. Terdapat berbagai jenis dynamometer antara lain *engine* dynamometer yang digunakan untuk mengetahui kemampuan dari mesin sebelum rakit kedalam kendaraan atau sering disebut dynamometer pasif, jenis lain yaitu dynamometer roller dimana

roller menyerap tenaga kendaraan sehingga mengetahui kemampuan kendaraan dan juga disebut dynamometer aktif.



*Gambar 2.13 dynamometer chasis [9]*

Dynamometer test dapat dibagi menjadi dua jenis antara lain :

- Chasis Dynamometer

Pada chasis dynamometer untuk pengukuran tenaga kendaraan melalui permukaan “roller penggerak” yang digerakkan oleh roda kendaraan seperti pada gambar 2.13. Kendaraan biasanya di tempatkan diatas roller penggerak, dimana kendaraan dijalankan dan tenaga dapat diukur. Tipe chasis dynamometer memiliki kelebihan mudah dalam pengoperasian dan pembacaan RPM, torsi dan power serta pada chasis dynamometer terdapat tipe portable yang dapat dipindah-pindah.



*Gambar 2.14 SP-1 V4 Inertia Electronic Kit [9]*

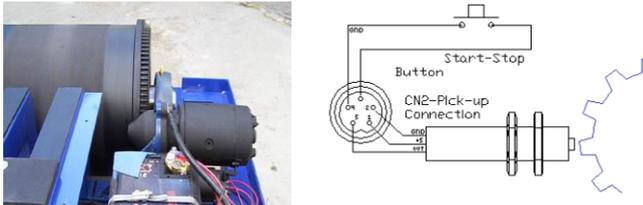
Pada tipe chasis dynamometer inertia pembacaan RPM dilakukan dengan menggunakan SP-1 V4 Inertia Electronic Kit seperti pada gambar 2.14 dimana Rangkaian Sensor RPM ini menghitung RPM melalui Pulsa pengapian berjalan melalui kabel HV yang diklem kapasitif, dan disambungkan ke konektor rpm pada sensor SP-1. Pada kebel HV terdapat gelombang amplitude yang kemudian disambungkan pada sensor untuk menghasilkan pembacaan RPM.



*Gambar 2.15 Kabel Sensor Pengukur RPM Engine [9]*

Pada gambar 2.15 Sensor SP1 mengukur arus pengapian sehingga membaca pulsa arus pengapian, proses pengukurannya saat mesin melaju, percikan terjadi saat mesin mengompres campuran bahan bakar udara, dan muncul tekanan di dalamnya silinder, percikan membutuhkan lebih banyak voltase untuk melewati menjadi energi tinggi ada pada kabel HV. Secara teoritis pulsa memiliki arus yang sama namun karena adanya kapasitif

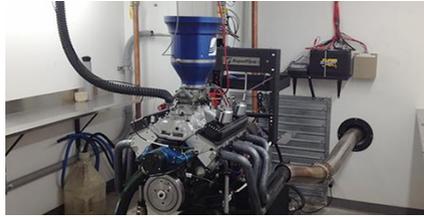
parasitistik setiap pulsa maka perbedaan voltase dikonverensi oleh controller SP1 untuk menghasilkan putaran pada engine.



Gambar 2.16 perhitungan torsi engine [9]

Untuk penghitung torsi pada dynotest seperti pada gambar 2.16 yakni sensor speed roller dimana sensor speed roller diukur dari putaran roller sehingga disambungkan pada controller SP1 sehingga didapatkan kecepatan dan percepatan roller dan didapat torsi engine dengan perbandingan rasio. setelah didapat putaran engine dan torsi engine maka didapatkan power engine menggunakan program sportdyno.

- Engine Dynamometer  
Dynamometer engine digambarkan pada 2.17 digunakan menghitung output daya secara langsung dengan mengukur gaya (torsi) yang disambungkan dibutuhkan untuk menahan mesin eddy current pada kecepatan yang ditetapkan (rpm). Perangkat lunak dyno kemudian menghitung power berdasarkan angka torsi dan putaran mesin dengan torsi kali putaran mesin. engine dynamometer dapat mengetahui heat transfer, pembakaran engine, tekanan engine, dan siklus termodinamika pada engine.



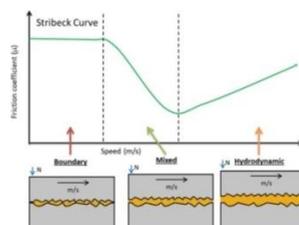
Gambar 2.17 dynamometer engine [13]

## 2.9 Pelumasan

Pelumasan adalah tindakan menempatkan pelumas antara permukaan yang saling bergeser untuk mengurangi keausan dan friksi. Untuk sistem pelumasan dibagi menjadi kondisi yaitu pelumasan hidrostatis, hidrodinamik, Elastohidrodinamis dan pelumasan boundary.

### 2.9.1 Rezim atau kondisi pada Proses Pelumasan

Pada proses pelumasan terjadi beberapa kondisi yang dikarenakan pengaruh dari beban, kecepatan dan viskositas pelumas. Kurva Stribeck Curve seperti pada gambar 2.18 yang menunjukkan hubungan antara friction coefficient dan sliding speed, oil viscosity and load juga digunakan untuk menandai daerah pelumasan tersebut, seperti terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.18 Stribeck curve [16]

- **Pelumasan Boundary**

Pelumasan boundary terjadi karena tidak dimungkinkannya membentuk lapisan tipis minyak

pelumas yang sempurna karena beban yang terlalu besar, penurunan kecepatan dari permukaan yang bergerak, pengurangan jumlah pelumas yang dimasukkan ke dalam bantalan dan terjadi kenaikan suhu pelumas. Pada kondisi ini lapisan tipis yang terjadi hanya dalam ketebalan beberapa ukuran molekul saja. Pelumasan ini sering terjadi ketika mesin dihidupkan dan terus berlanjut hingga menjelang mesin mencapai kecepatan operasionalnya. Lapisan ini bahkan tidak terbentuk dari oli pelumas, melainkan berupa kotoran, oksida logam, dan gas dari udara.

- **Pelumasan Campuran**

Pelumas campuran juga dikenal sebagai pelumasan parsial. Merupakan peralihan antara pelumasan batas dan pelumasan hidrodinamik atau elastohidrodinamik.

- **Pelumasan Hidrodinamik**

Pada pelumasan hidrodinamis (*Hydrodynamic Lubrication*) disebut juga pelumasan fluid-film atau thick-film, permukaan yang bergesekan atau yang bersinggungan baik yang bergerak meluncur atau pun menggelinding, dipisahkan oleh pelumas secara sempurna. Dimana tekanan pada lapisan tipis pelumas dibangkitkan oleh gerakan relatif oleh kedua permukaan itu sendiri. Pelumasan hidrodinamik sering disebut sebagai kondisi pelumasan ideal karena koefisien gesekan bisa sekecil 0,001.

- **Pelumasan Hidrostatik**

Pada pelumasan hidrostatik ini menggunakan pompa tekanan tinggi yang akan menekan minyak pelumas ke bagian-bagian yang bergerak. Pelumasan jenis ini tidak memerlukan gerakan relatif dan biasanya digunakan pada mesin-mesin yang bagian-bagian Bergeraknya terlalu

berat seperti turbin yang berkapasitas besar tidak dimungkinkan lagi terjadinya pelumasan hidrodinamis pada saat start, sementara tipe pelumasan lainnya tidak dihendaki terjadi. Untuk ini diperlukan tekanan yang besar terjadi pada lapisan tipis minyak pelumas di antara poros dan bantalan misalnya. Tekanan demikian dapat diperoleh dengan menggunakan pompa tekanan tinggi yang akan menekan minyak pelumas ke bagian-bagian yang bergesek, bukan sekedar pompa tekanan rendah yang berfungsi hanya sebagai pendistribusi atau melakukan sirkulasi minyak pelumas.

## 2.9.2 Cara – cara Pelumasan

Sistem pelumasan yang biasa dipergunakan pada motor bensin adalah sistem penekanan penuh yaitu minyak pelumas harus dapat mencapai seluruh bagian yang hendak dilumasi serta harus dapat memenuhi tugasnya dengan baik, digambarkan pada gambar 2.19 secara umum sistem pelumasan yang dipakai bergantung pada konstruksi mesin dan kebutuhan akan pelumasan. Secara garis besar pelumasan dapat dikelompokkan menjadi:

### 1. Pelumasan Tangan

Untuk beban ringan, kecepatan rendah, atau kerja yang tidak terus menerus. Kejelekan cara ini adalah aliran minyak pelumas tidak tetap dan pelumasan menjadi tidak teratur.

### 2. Pelumasan Tetes

Untuk beban ringan dan sedang. Pelumasan dilakukan dari sebuah tempat (kaleng) , minyak pelumas ditetaskan dalam jumlah yang tetap dan teratur melalui sebuah katup jarum.



*Gambar 2.19 Cara pelumasan : Sumbu, Percik dan Cincin [4]*

### **3. Pelumasan Sumbu**

Cara ini menggunakan sebuah sumbu yang dicelupkan dalam mangkok minyak, sehingga minyak terisap oleh sumbu tersebut. Pelumasan ini dipakai seperti pelumasan tetes.

### **4. Pelumasan Percik**

Dari suatu bak-penampung, minyak pelumas dipercikkan, cara ini dipergunakan untuk melumasi torak dan silinder motor bakar torak.

### **5. Pelumasan Cincin**

Pelumasan ini menggunakan cincin yang digantungkan pada poros, sehingga cincin berputar bersama poroas sambil mengangkat minyak pelumas dari bawah. Cara ini dipakai untuk beban sedang.

### **6. Pelumasan Pompa**

Pompa dipergunakan untuk mengalirkan minyak ke dalam bearing. Cara ini dipakai untuk melumasi bearing yang sulit letaknya seperti bearing utama motor yang berputar tinggi. Cara pelumasan ini cocok untuk beban besar dengan kecepatan tinggi.

### **7. Pelumasan Gravitasi**

Sebuah tangki diletakkan di atas bearing, minyak dialirkan oleh gaya gravitasi. Cara ini dipakai untuk kecepatan sedang dan tinggi dengan kecepatan keliling sebesar 10 – 15 m/s.

### **8. Pelumasan Celup**

Sebagian dari bantalan dicelupkan dalam minyak. Cara ini cocok untuk bearing dengan poros tegak, seperti pada turbin air. Pada kasus ini perlu diberikan perhatian pada besarnya daya gesekan karena tahanan minyak, kenaikan temperatur dan kemungkinan masuknya kotoran atau benda asing.

## **2.10 Pelumas**

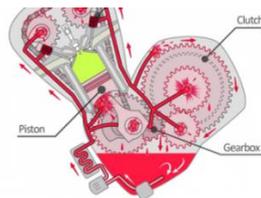
Pelumas didefinisikan sebagai zat yang berada atau disisipkan diantara dua permukaan yang saling bergerak relatif untuk mengurangi gesekan antar permukaan tersebut. Pelumas tidak hanya dibedakan berdasarkan bahan bakar yang digunakan, tetapi juga berdasarkan pada fungsi yang diharapkan dari pelumas tersebut.

### 2.10.1 Penggunaan Minyak Pelumas pada Motor Bensin

Ditinjau dari kegunaan pelumasan di dalam kendaraan bermesin bensin ini ada empat tugas pokok dari minyak pelumas yang harus dihadapi. Tugas-tugas tersebut antara lain:

- **Mengurangi gesekan** dimana gesekan yang terjadi dapat menyebabkan komponen mesin menjadi cepat aus, mengurangi tenaga yang dihasilkan, menghasilkan kotoran dan panas.
- **Sebagai pendingin** dari panas yang dihasilkan proses pembakaran di dalam silinder dan panas yang dihasilkan dari gesekan antar komponen.
- **Sebagai perapat** celah antara piston dengan silinder. Pelumas dapat mengurangi kebocoran kompresi maupun tekanan hasil pembakaran dengan membuat lapisan oli yang mengisi celah antara piston dan silinder.
- **Sebagai peredam** dimana getaran dan suara bising hasil benturan piston, batang piston dan poros engkol. Pelumas untuk melapisi antara bagian tersebut dan meredam benturan yang terjadi sehingga suara mesin lebih halus.
- **Sebagai pembersih** kotoran hasil gesekan antar komponen mesin. Pelumas membantu membawa kotoran tersebut sehingga bagian yang bergesekan tetap bersih.
- **Sebagai anti karat**, pelumas melapisi bagian logam sehingga menghindari kontak langsung dengan udara atau air.

Pada sepeda motor transmisi otomatis menggunakan system pelumasan yang sama dengan sepeda motor tipe yang lain yakni pelumas di simpan di bak kruk as (crankcase) dan dialirkan ke seluruh komponen motor dengan bantuan pompa oli dan biasanya disebut Wet sump system seperti pada gambar 2.20. Tetapi ada juga motor yang menyediakan bak penampung pelumas secara terpisah di luar mesin motor atau biasa di sebut Dry sump system.



Gambar 2.20 pelumasan sepeda motor [13]

### 2.10.2 Beberapa sifat penting Minyak Pelumas

Beberapa sifat minyak pelumas yang perlu diperhatikan jika diinginkan minyak pelumas memenuhi fungsinya, Khusus pada motor bensin.

1. **Kekentalan.** Kekentalan minyak pelumas harus sesuai dengan fungsi minyak itu untuk mencegah keausan permukaan yang bergesekan, terutama pada beban yang besar dan pada putaran rendah. Minyak pelumas yang terlalu kental sulit mengalir melalui salurannya, disamping menyebabkan kerugian daya mesin yang terlalu besar.
2. **Titik tuang.** Suatu Pelumas harus diketahui suhu terendah dimana dapat mengalir atau dituangkan, Penentuan titik tuang berfungsi dapat diketahui pada suhu berapakah pelumas itu dapat dialirkan dengan pompa baik pada sirkulasi pelumasan.
3. **Kelumasan.** Minyak pelumas harus memiliki sifat melumasi yang cukup baik, yaitu dapat membasahi

permukaan logam dan memisahkan dua permukaan dengan lapisan film pelumas.

4. **Stabilitas.** Beberapa minyak pelumas pada temperatur tinggi akan berubah susunan kimianya sehingga terjadilah endapan yang menyebabkan cincin torak melekat pada alurnya.
5. **Indeks kekentalan.** Kekentalan minyak pelumas berubah-ubah menurut perubahan temperatur. Dengan sendirinya minyak pelumas yang baik tidak terlalu peka terhadap perubahan temperatur.

### 2.10.3 Klasifikasi Base pelumas

Klasifikasi *base oil* merupakan klasifikasi yang pembagian *base oil* dalam lima kategori (API 1509, Appendix E) yaitu Group I, Group II, Group III, Group IV, dan Group V. Group I, Group II, dan Group III adalah *base oil* yang terbentuk dari minyak mentah yang telah melalui tahap pemurnian. Group IV adalah *base oil* sintetik murni, minyak PAO atau polyalphaolefin. Group V adalah *base oil* yang bahannya tidak termasuk dalam Group I sampai Group IV seperti di tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Kategori pada base oli [16]

Base Oil Categories				
Group	Manufacturing Process	Saturate Level	Sulfur Level	Viscosity Index
Group I	Solvent freezing	< 90%	> 0.03%	80 - 120
Group II	Hydroprocessing and refining	≥ 90%	≤ 0.03%	80 - 120
Group III	Catalytic dewaxing	≥ 90%	≤ 0.03%	≥ 120
Group IV	Chemical reactions	100% PAOs (polyalphaolefins)		
Group V	As indicated	All others not included in Groups I, II, III or IV		

#### Group I

Base oil yang termasuk dalam klasifikasi Group I adalah base oil yang memiliki tingkat kejenuhan kurang dari 90%, tingkat kandungan sulfur lebih dari 0.03%, dan memiliki indeks viskositas antara 80 sampai dengan 120. Minyak pada kategori ini

mampu bertahan pada suhu yang berkisar antara 32°F sampai dengan 150°F. Proses pemurnian base oil pada Group I adalah yang paling sederhana (solvent-refined). Itu sebabnya harga base oil kategori ini sangat terjangkau di pasaran.

### *Group II*

Base oil dalam klasifikasi Group II memiliki tingkat kejenuhan di atas 90%, tingkat kandungan sulfur kurang dari 0.03%, dengan indeks viskositas antara 80 sampai dengan 120. Base oil Group II melalui proses pemurnian yang lebih kompleks, yang disebut dengan hydrocracking (sering juga disebut hydrotreatment atau hydroprocessing karena hydrocracking yang dilakukan tidak sekompleks Group III). Dibandingkan dengan base oil Group I, base oil Group II memiliki properti anti oksidan yang lebih baik. Hal ini dikarenakan molekul hidrokarbon pada base oil Group II bersifat jenuh. Dari sisi visual, base oil Group II terlihat lebih bening dan murni.

### *Group III*

Base oil dalam klasifikasi Group III memiliki tingkat kejenuhan lebih besar dari 90%, tingkat kandungan sulfur kurang dari 0.03%, dengan indeks viskositas di atas 120. Base oil Group III melalui proses pemurnian yang lebih kompleks lagi dibandingkan dengan base oil Group II. Proses hydrocracking yang dilakukan, dioperasikan pada tekanan dan suhu yang lebih tinggi. Meskipun terbuat dari minyak mentah layaknya base oil Group I dan Group II, base oil Group III seringkali disebut dengan hidrokarbon sintetis karena proses pemurniannya yang sangat kompleks.

### *Group IV*

Base oil group IV merupakan golongan polyalphaolefin atau PAO, yang dibuat melalui proses sintesis (synthesizing). Base oil Group IV memiliki kisaran atau range temperatur yang lebih luas sehingga base oil jenis ini akan sangat baik untuk digunakan dalam kondisi yang ekstrim: sangat dingin maupun sangat panas.

### *Group V*

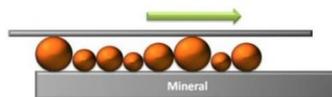
Base oil Group V merupakan base oil yang tidak berasal dari minyak mentah (bukan Group I, II, dan III) dan bukan merupakan golongan polyalphaolefin. Yang termasuk dalam base oil Group V adalah golongan silikon, ester fosfat, polyalkylene glycol (PAG), polyester, dll.

## **2.10.4 Klasifikasi Formula pada pelumas**

Klasifikasi formula pelumas merupakan kelanjutan dari klasifikasi pelumas menurut base oli yang diklasifikasikan oleh API, yaitu American Petroleum Insitute. Klasifikasi formula pada pelumas menunjukkan pelumas berasal dari base oil group dan penambahan zat adiktif yang ada pada pelumas tersebut.

### **1. Pelumas Mineral**

Pelumas mineral merupakan oli yang terbuat dari minyak mentah ( crude oil ) yang diambil dari minyak bumi yang telah diolah dan penambahan zat aditif sekitar 10 – 20 % untuk meningkatkan kemampuan dan fungsinya. Ukuran molekul oli mineral sangat berbeda – beda sehingga menjadikan ketidakmampuan pelumas mineral menanggulangi gesekan tinggi . dilihat dari gambar 2.21 akibatnya daya tahan terhadap panas, oksidasi, gesekan lebih pendek dibandingkan oli sintetik.



*Gambar 2.21 oli mineral [16]*

### **2. Oli Semi Sintetik**

Oli semi sintetik atau *synthetic blend oil* adalah campuran antara oli mineral dengan oli sintetik. Oli mineral dan oli sintetik dicampur dengan persentase tertentu untuk meningkatkan kemampuan dari oli mineralnya. Oli jenis ini masuk dalam base

oil grup 3 yang merupakan mineral *base oil* terbaik dan sering disebut sebagai *semi-synthetic*, karena ada sedikit penambahan *base oil synthetic* untuk menguatkan beberapa karakteristik dari mineral *base oil* tersebut. *Base Oil Group 3* merupakan memiliki kelebihan meminimalisir kandungan nitrogen, sulfur, oksigen, wax dan logam berat lainnya, hingga menjadi *isoparafin* dan sering disebut *parafnic base oil*. Selain itu kadar penguapannya juga lebih rendah, melumasi dan melapisi metal lebih baik dari pelumas mineral dan mencegah terjadi gesekan antar logam, tahan terhadap oksidasi sehingga lebih tahan lama sehingga lebih ekonomis.

### 3. Oli Sintetik Penuh

Oli sintetik merupakan oli yang dibuat dari unsur – unsur kimia sintetik seperti poly alpha olefin yang datang dari bagian terbersih dari pemilahan dari oli mineral, yakni gas, poly ester, poly organo ester baik dari bahan dasarnya maupun bahan aditifnya. Oli ini dibuat dilaboratorium sehingga ukuran molekulnya dapat dibuat sama. Oli sintetik cenderung tidak mengandung bahan karbon reaktif, dilihat dari gambar 2.22 pada dasarnya, oli sintetik didesain untuk menghasilkan kinerja yang lebih efektif dibandingkan dengan oli mineral. Oli sintetik biasanya digunakan untuk mesin berteknologi canggih (turbo, supercharger, dohc, etc.) dengan kemampuan oli full sintetik dimana kekentalannya tidak tidak reaktif terhadap temperatur sehingga sangat diperuntukkan untuk kendaraan balap dimana celah antar part atau logam lebih presisi, dimana hanya oli sintetik yang mampu melapisi dan mengalir sempurna.



Gambar 2.22 oli sintetik [16]

### **2.10.5 Pelumas dalam mesin**

Untuk mengetahui kondisi pelumas didalam mesin cukup sulit dilakukan namun dapat dilihat dengan melakukan sampling di suatu sistem di suatu mesin dan mengevaluasinya di laboratorium akan memberikan beberapa informasi sifat fisika dan kimia dari suatu pelumas. Melakukan monitor berfungsi untuk mengetahui kondisi pelumas apakah mengalami penurunan kualitas sehingga perlukah diambil langkah untuk penggantian pelumas tersebut. Temperatur kerja optimal pada pelumas kendaraan antara 90 -105°C selebihnya maka pelumas mengalami overheating, kondisi mesin saat pelumas belum mencapai temperatur kerja cukup penting dimana kerugian gesekan dalam mesin selama pelumas dibawah temperatur kerja dapat mencapai 2,5 kali lebih tinggi.

Ketika temperatur pelumas mulai mencapai temperatur kerja kemampuan pelumas mampu lindungi mesin mulai optimal namun ketika temperatur pelumas melebihi temperatur kerja akan menimbulkan oksidasi pelumas, kondisi ini mengindikasikan adanya produk hasil oksidasi yang hadir di pelumas. oksidasi pelumas merupakan reaksi yang membuat sifat pelumas berubah seperti muncul deposit/lumpur, perubahan kekentalan/viskositas bahkan perubahan warna. Oleh karena itu mengetahui temperature pelumas sangat penting untuk melihat kondisi performa dari mesin tersebut.

Kualitas pelumas dapat dilihat dari kekentalan pelumas tersebut pada temperature tertentu dimana pada pelumas mesin kekentalan berpengaruh terhadap kemampuan mesin tersebut dalam temperature kerja atau suhu operasional. pada temperature kerja yang disepakai oleh Society of Automotive Enginners (SAE) yaitu 40°C hingga temperature 100°C dilihat apakah penurunan nilai viskositasnya terlalu banyak atau penurunan nilai viskositasnya kecil yang menyebabkan stabilitas pelumas buruk. Semakin tinggi suhu, semakin pendek umur minyak yang berdasarkan Aturan Arrhenius (molekul kimiawi pelumas), untuk setiap kenaikan suhu 10°C di atas 40°C.

## 2.11 Karakteristik Fisik dan Kimia Pelumas

Pada dasarnya pelumas oli memiliki standard kekentalan atau viscosity dengan menggunakan standard internasional yang sudah sering kita dengar yaitu SAE atau ISO VG. Tingkat kekentalan atau viscosity merupakan standard seberapa hambatan cairan bisa mengalir, ini bisa berlaku untuk semua cairan. Satuan yang digunakan untuk mengukurnya yaitu cSt ( CentiStoke ) dimana air memiliki viscosity 1 cSt sedangkan madu memiliki viscosity = 500 cSt, itu artinya air dapat mengalir dengan lancar dengan kekentalan / viscosity rendah, sedangkan madu mengalir sangat lambat dengan kekentalan / viscosity tinggi. Berikut merupakan karakteristik penting dari pelumas cair:

- Low volatility atau tidak mudah menguap, terutama pada kondisi operasi. volatilitas suatu minyak pelumas penting sekali dalam pemilihan jenis pelumas dasar sesuai dengan pemakaiannya.
- Fluiditas merupakan sifat alir dalam pelumas suhu operasi. karakteristik fluiditas dipengaruhi sebagian besar oleh bahan dasar pelumas.
- Stabilitas dalam periode operasional merupakan sifat yang ditentukan oleh bahan dasar pelumas namun juga dapat ditentukan oleh zat adiktif yang ditambahkan kepada pelumas. stabilitas pelumas ditentukan oleh kondisi temperature pelumas.
- Kompatibilitas merupakan kecocokan dengan komponen seperti seal, bearing, clutch dan komponen pada mesin.

Adapun pada Oli atau Minyak pelumas memiliki ciri-ciri fisik dan kimia yang penting, antara lain :

- Viscosity
- Viscosity Index
- Flash Point COC dan Fire Point.

- Copperstrip Corrosion
- Tendensi Pembusaan
- Pour Point
- Total Base Number (TBN)
- Warna Pelumas
- Sulfated Ash



*Gambar 2.23 contoh klasifikasi pelumas [15]*

## 2.12 Viskositas Pelumas

Viskositas pelumas merupakan sifat penting dari pelumas untuk menunjukkan ketahanan pelumas terhadap aliran pelumas. pelumas yang memiliki viskositas tinggi memiliki sifat kental, berat dan memiliki kemampuan alir rendah seperti yang di ilustrasikan pada gambar 2.24 dimana ketika viskositas tinggi lapisan pelumas tebal sehingga mampu melindungi, sementara pelumas yang memiliki viskositas rendah memiliki sifat encer, ringan dan memiliki kemampuan alir tinggi. ketika viskositas rendah lapisan pelumas tipis sehingga aliran pelumas lebih baik dalam melindungi.

Viskositas pelumas didefinisikan dalam dua cara yang berbeda antara lain:

### 1) Viskositas Dinamik

Viskositas dinamik merupakan rasio tegangan geser yang dihasilkan saat suatu fluida mengalir. dalam satuan SI diukur dari pascal-detik atau newton detik per meter persegi namun lebih umum digunakan centipoise (cP) =  $10^{-3}$  N.s/m<sup>2</sup>.

- 2) Viskositas kinematik merupakan rasio tegangan geser fluida dipengaruhi oleh grafitasi. dalam satuan SI adalah meter persegi per detik atau lebih umum digunakan centistoke (cSt) =  $1 \text{ mm}^2/\text{s}$ .

Sesuai dengan Hukum Newton, tegangan geser ( $\tau$ ) berbanding lurus dengan viskositas ( $\mu$ ) dan perubahan kecepatan ( $du$ ), secara matematis dapat ditulis :

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad \text{dan} \quad \frac{du}{dy} = \frac{U}{h} \quad \text{dan} \quad \tau = \frac{F}{A} \quad (2.14)$$

dimana A = luas penampang bidang A , sehingga :

$$\frac{F}{A} = \mu \frac{U}{h} \quad \text{atau} \quad F = \mu \frac{A.U}{h} \quad \text{atau} \quad \mu = \frac{F.h}{A.U} \quad (2.15)$$

dimana : h = tebal lapisan minyak pelumas

Untuk menentukan unit atau satuan viskositas dapat menggunakan persamaan 2.15

#### 1. Satuan British (English System)

$$\mu = \frac{F.h}{A.U} = \frac{(lbf).(in)}{(in)^2 \cdot \left(\frac{in}{sec}\right)} = \frac{lbf \cdot sec}{in^2} = reyn$$

#### 2. Sistem Internasional (International System)

$$\mu = \frac{F.h}{A.U} = \frac{(dyne).(cm)}{(cm)^2 \cdot \left(\frac{cm}{sec}\right)} = \frac{dyne \cdot sec}{cm^2} = poise$$

Satuan “reyn” biasa dikenal dengan satuan Reynold sesuai dengan nama penemunya. Demikian juga dengan ”poise”,

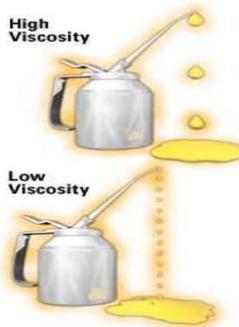
satuan ini ditemukan oleh ahli Fisika Perancis yang bernama Poisenille. Konversi dari kedua satuan tersebut adalah :

$$1 \text{ reyn} = 6,9 \times 10^6 \text{ poise}$$

$$1 \text{ poise} = 100 \text{ cp atau (centi poise)}$$

Adapun untuk menghitung viskositas kinematik ( $\nu$ ) didapat viskositas absolute ( $\mu$ ) dibagi densitas fluida ( $\rho$ ) seperti pada perhitungan sebagai berikut,

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\frac{\text{dyne}\cdot\text{sec}}{\text{cm}^2}}{\frac{\text{dyne}\cdot\text{sec}^2}{\text{cm}^4}} = \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}} = \text{stokes} \quad (2.16)$$



Gambar 2.24 Kekentalan / viskositas oli [5]

### II.12.1 Viskositas Index

Nilai viskositas sangat dipengaruhi oleh temperatur, untuk beberapa pelumas tipe gas dan udara nilai viskositasnya naik dengan adanya kenaikan temperature, sedangkan untuk pelumas cair atau fluida nilai viskositasnya turun dengan adanya kenaikan temperatur. Dengan mengetahui hal tersebut, maka

untuk menjaga agar tidak terjadi penurunan viskositas yang terlalu besar, maka kenaikan temperatur yang terlalu besar harus dihindari.

Berkaitan dengan berubahnya nilai viskositas terhadap temperatur, maka dikenal adanya istilah “Index Viskositas” ( VI ) yang menyatakan kepekaan viskositas terhadap perubahan temperatur. Persamaan untuk menghitung VI adalah pada persamaan 2.15 :

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 100\% \quad (2.17)$$

dimana :

VI = Index viskositas, %

L = viskositas pelumas standar, yang mempunyai nilai VI = 0 % pada 100°F

H = viskositas pelumas standar, yang mempunyai nilai VI = 100 % pada 100°F

U = viskositas pelumas yang diukur VI - nya dengan dipanaskan 100°F

VI = 100 %, berarti minyak pelumas yang mempunyai perubahan viskositas yang kecil dengan terjadinya kenaikan temperatur.

VI = 0 %, berarti minyak pelumas yang mempunyai perubahan viskositas yang besar dengan terjadinya kenaikan temperatur

Index viskositas merupakan ukuran kemampuan suatu pelumas dalam menjaga kestabilan kekentalan pelumas dalam mesin dalam rentang suhu rendah hingga tinggi.

## II.13 Klasifikasi Pelumas Mesin menurut JASO

JASO (Japanese Automobile Standard Organization) adalah sertifikasi standar kendaraan dinegara Jepang. Karena kendaraan di Indonesia juga banyak berasal dari Jepang, maka tidak sedikit oli mesin yang digunakan juga menggunakan standar JASO dimana digunakan sebagai pelumasan mesin dan kopling transmisi secara menyeluruh ataupun hanya mesin saja yang koplingnya menggunakan kopling transmisi kering. Spesifikasi untuk JASO dibedakan antara jenis kendaraan 2 langkah dan 4 langkah. Terdapat 3 tingkat performance untuk pelumas mesin 2 langkah antara lain FA, FB dan FC sedangkan untuk mesin 4 langkah terdapat 2 tingkatan yaitu MA dan MB. Pada awalnya semua mesin 4 langkah menggunakan pelumas dengan JASO MA, seiring dengan kebijakan ekonomis bahan bakar menyebabkan pelumas harus mengandung *aditif friction modifier*. Karena itulah untuk memenuhi kebutuhan mesin yang menggunakan kopling basah maka JASO menetapkan spesifikasi khusus yaitu JASO MB. Selanjutnya JASO membuat Indeks Karakteristik Gesekan Dinamis Motor (DFI), Indeks Karakteristik Gesekan Statis (SFI) dan Indeks Stop Time (STI) harus berada dalam batas berikut sesuai dengan uji gesek JASO 904: 2006:

*Tabel 2.5 Tabel indeks gesekan klasifikasi pelumas JASO [12]*

	JASO MA	JASO MB
Dynamic Friction Characteristic Index (DFI)	$\geq 1.45$ and $< 2.5$	$\geq 0.5$ and $< 1.45$
Static Friction Characteristic Index (SFI)	$\geq 1.15$ and $< 2.5$	$\geq 0.5$ and $< 1.15$
Stop Time Index (STI)	$\geq 1.55$ and $< 2.5$	$\geq 0.5$ and $< 1.55$

## II.14 Klasifikasi Minyak Pelumas Berdasarkan Indeks SAE

Sistem klasifikasi ini disusun oleh SAE (*Society of Automotive Engineers*), dalam SAE J300 SEP80. dimana klasifikasi ini digunakan sebagai identifikasi dari kekentalan oli. Pada kemasan pelumas akan tertulis SAE 10W-30, 10W-40 atau 20W-40 merupakan pelumas *multigrade* yakni pelumas memiliki dua temperatur kerja seperti contoh 20W-50. Huruf W yang terletak di belakang angka merupakan singkatan dari 'Winter'. Formulasi oli disesuaikan untuk musim dingin dan panas, sehingga saat suhu mobil dingin olinya tidak mengental. Oleh karena itu, angka paling depan adalah tingkat kekentalan oli pada suhu dingin dan angka setelah W atau paling belakang adalah tingkat kekentalan oli ketika mesin dalam kondisi bekerja atau sudah panas. Semakin besar angkanya maka semakin kental oli pada kondisinya. sebagai contoh pada pelumas SAE 20W-50 nilai 20W menunjukkan kemampuan viskositas pelumas pada temperatur  $-20^{\circ}\text{C}$  bernilai 4500 cP dan angka setelahnya yakni 50 menunjukkan viskositas pada temperatur  $100^{\circ}\text{C}$  yakni 16,3 cSt, nilai viskositas tersebut dapat pada pada table 2.6 sebagai berikut.

Tabel 2.6 viskositas SAE [15]

SAE viscosity grade	Low-temperature viscosities		High-temperature viscosities (cSt at $100^{\circ}$ )	
	Cranking <sup>a</sup> (cP) max at temp $^{\circ}\text{C}$	Pumping <sup>b</sup> (cP) max with no yield stress at temp $^{\circ}\text{C}$	Min	Max
0W	3 250 at $-30$	30 000 at $-35$	3.8	—
5W	3 500 at $-25$	30 000 at $-30$	3.8	—
10W	3 500 at $-20$	30 000 at $-25$	4.1	—
15W	3 500 at $-15$	30 000 at $-20$	5.6	—
20W	4 500 at $-10$	30 000 at $-15$	5.6	—
25W	6 000 at $-5$	30 000 at $-10$	9.3	—
20	—	—	5.6	<9.3
30	—	—	9.3	<12.5
40	—	—	12.5	<16.3
50	—	—	16.3	<21.9
60	—	—	21.9	<26.1

## II.15 Klasifikasi Minyak Pelumas Menurut Kualitas API Performance

Minyak pelumas untuk mesin diklasifikasikan sesuai dengan standar *American Petroleum Institute* (API) dan dites sesuai dengan standarnya. Klasifikasi API biasanya tercantum pada masing-masing kemasan minyak pelumas ditabelkan pada table 2.7. Hal ini untuk menambahkan tingkatan SAE. Klasifikasi API untuk mengetahui tingkat performa dari pelumas dan kondisi pengoperasian mesin kendaraan. Selain SAE dengan klasifikasi berdasarkan nilai kekentalan, ada juga API (*American Petroleum Institute*) yang berdasarkan mutu/penggunaan. Biasanya dengan kode SA, SB, SC dan SD atau CA, CB, CC, CD untuk mesin diesel. Huruf pertama S : Motor bensin dan C : Motor Diesel, huruf kedua A -> B: Tugas Ringan, C -> D : Tugas Berat.

Tabel 2.7 Klasifikasi API [15]

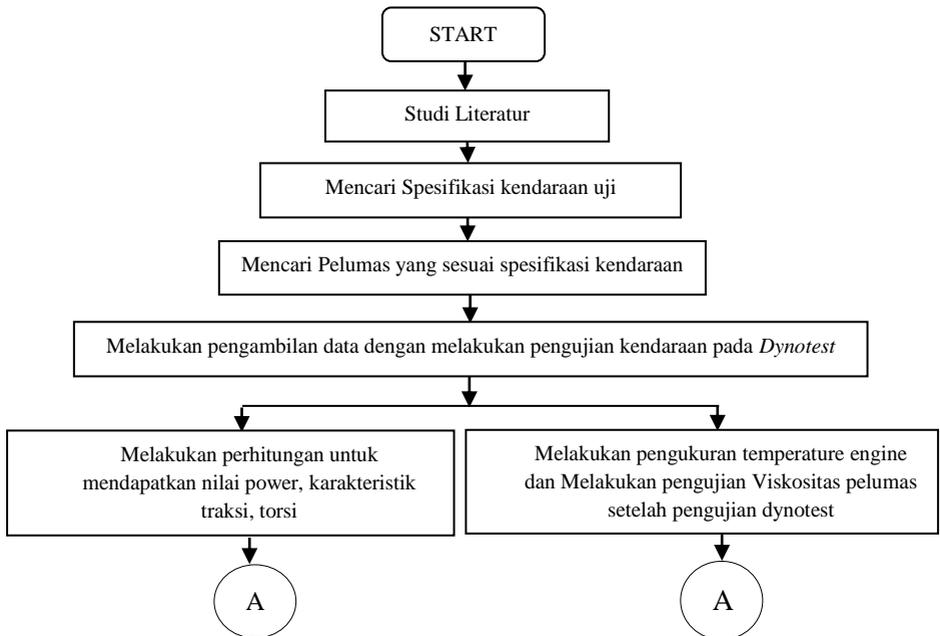
Category	Status	Service
SN	Current	Pelumas yang diformulasikan untuk menanggulangi deposit pada temperatur sangat tinggi dengan teknologi proteksi turbocharger untuk putaran mesin tinggi. Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 2011
SM	Current	Menjadi pelumas yang diformulasikan lebih baik dari pelumas API SM. Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 2009
SL	Current	Pelumas dengan formulasi dengan adiktif pendinginan mesin. Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 2004.
SJ	Current	Merupakan pelumas dengan formulasi adiktif pertama yang menambahkan 0.1% fosfor untuk kemampuan anti gesekan. Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 2001.
SH	Obsolete	Dapat digunakan untuk kendaraan dengan kemampuan tinggi dengan aditif anti penguapan dan gesekan yang cukup baik. Digunakan pada mesin

		setelah tahun pembuatan 1996.
<b>SG</b>	<b>Obsolete</b>	Menjadi pelumas dengan kemampuan aditif yang baik untuk kendaraan umum, truk dan penumpang dengan aditif yang lebih mampu menanggulangi deposit pada mesin. Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 1993.
<b>SF</b>	<b>Obsolete</b>	Digunakan untuk kendaraan umum dengan kemampuan perawatan dengan peningkatan kemampuan pelumas API SE. Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 1988.
<b>SE</b>	<b>Obsolete</b>	Digunakan untuk kendaraan umum dengan kemampuan yang lebih dengan peningkatan aditif anti deposit pada temperatur tinggi dan rendah, keausan, oksidasi dan anti korosi. Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 1979.
<b>SD</b>	<b>Obsolete</b>	Baik untuk kendaraan truk dan penumpang yang beroperasi sesuai anjuran pabrik dengan tingkat kinerja lebih dari API SC. Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 1971.
<b>SC</b>	<b>Obsolete</b>	Untuk mesin kendaraan penumpang maupun truk yang beroperasi dengan prosedur perawatan sesuai dengan tambahan aditif anti deposit pada temperatur tinggi maupun rendah, keausan dan anti karat. Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 1967.
<b>SB</b>	<b>Obsolete</b>	Untuk mesin dengan tugas ringan dengan tambahan aditif anti oksidasi. Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 1951.
<b>SA</b>	<b>Obsolete</b>	Spesifikasi kuno yang sudah tidak digunakan untuk mesin bensin untuk tugas umum. Merupakan minyak pelumas mineral murni (tanpa aditif). Digunakan pada mesin setelah tahun pembuatan 1930

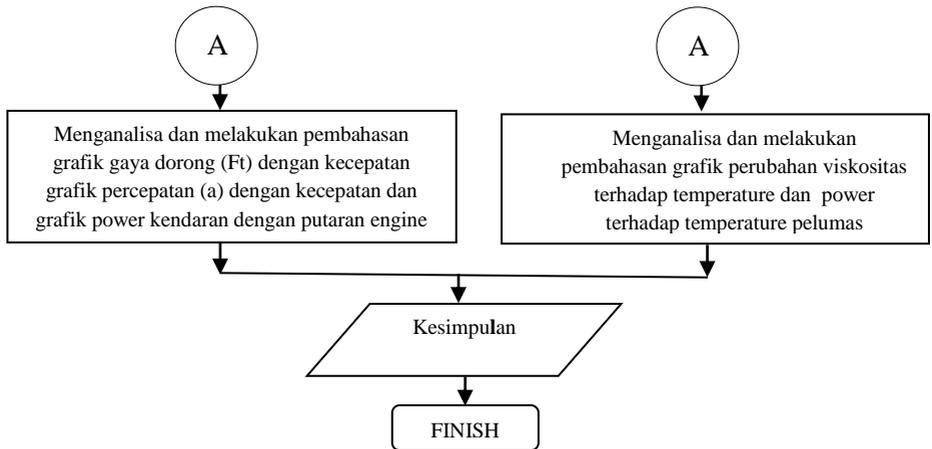
## BAB III METODOLOGI

### 3.1. Diagram Alir Prosedur Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini, masalah-masalah yang dikaji adalah mengenai karakteristik gerak dan gaya-gaya yang terjadi pada setiap elemen mesin yang digunakan dari sistem transmisi, serta pengaruh pelumas dengan viscositas yang telah ditentukan terhadap performa kendaraan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)



*Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian*

Tahap awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah dilakukan studi literatur, yaitu merumuskan permasalahan yang terjadi dan mengkaji permasalahan tersebut. Kajian bisa dilakukan melalui buku, jurnal, dan penelitian-penelitian terdahulu. Tahap kedua adalah penentuan jenis kendaraan yang akan dijadikan obyek penelitian. Pada penelitian ini kendaraan yang akan diuji dan dianalisa adalah Honda Vario 125 PGM Fi Tahap ketiga yaitu setelah diperoleh data kendaraan melalui pengujian, maka akan dilakukan analisa pengaruh dari ketiga macam pelumas terhadap performa kendaraan.

### **3.2. Peralatan yang Digunakan**

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Sepeda Motor Transmisi Otomatis ,Honda Vario 125 PGM Fi  
Kendaraan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah motor

Honda Vario 125 PGM Fi keluaran tahun 2014 seperti pada gambar 2.11 Kendaraan ini menggunakan transmisi Otomatis pada sistem transmisi daya dari *engine* ke roda. Pada tugas akhir ini kondisi kendaraan yang digunakan tergolong bagus karena pengguna kendaraan melakukan perawatan secara teratur.

## 2. Gelas Ukur

Fungsi dari gelas ukur untuk mengukur volume minyak pelumas saat diisikan kedalam *engine* agar volume pelumas sesuai dengan volume aturan pabrik.

## 3. Minyak pelumas

Minyak Pelumas yang digunakan pada kendaraan uji menggunakan 3 variasi pelumas dengan nilai *viskositas* yang sama yaitu SAE 10W 30 dengan base oil yang berbeda yakni untuk pelumas 1 dengan *base oil* mineral, pelumas 2 dengan *base oil* semi sintetis dan pelumas 3 dengan *base oil* full sintetis.

## 4. *Thermometer* Digital



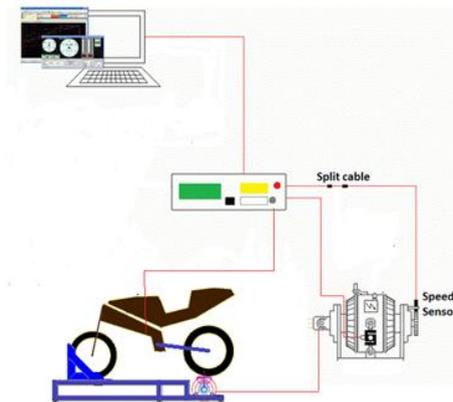
*Gambar 3.2 Thermometer Digital*

Fungsi dari thermometer digital seperti pada gambar 3.2 yakni digunakan untuk mengukur temperatur pelumas saat

pengujian *dynotest*. *Thermometer* dipasang pada tutup pelumas. adapun jenis thermometer yang digunakan adalah thermometer stick yang diletakkan di drain atas mesin dan thermometer probe yang dipasangkan di drain bawah mesin.

## 5. Alat Dynotest

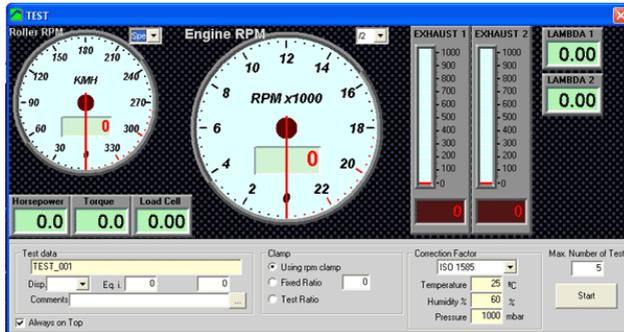
Alat dynotest pada gambar 2.13 ini digunakan untuk mengukur torsi roda dan putaran *engine* berupa grafik yang disimpan dalam komputer. Kendaraan uji dinaikkan ke atas *dynotest* dan dihubungkan dengan layar yang menampilkan display *software* pengukuran untuk *dynotest*.



Gambar 3.3 Skema dynotest

Skema pengukuran pada dynotest seperti pada gambar 3.3 yakni terdiri dari sensor speed roller dan sensor RPM dimana, sensor speed roller diukur dari putaran roller dan sensor RPM dari kabel HV pada spark sepeda motor. sehingga

disambungkan pada controller SP1 yang dapat membaca power, torsi dan RPM menggunakan program sportdyno.



Gambar 3.4 Display Software Dynotest

Pada gambar 3.4 dapat dilihat display *software dynotest* yang terlihat pada layar. Pada saat melakukan *dynotest*, torsi roda kendaraan memutar *roller* pada alat *dynotest* yang akan direkam oleh komputer dan putaran *engine* direkam oleh komputer melalui kabel merah yang disambungkan ke kabel busi. Data – data yang terekam pada komputer akan diolah oleh *Dynostar* yaitu *software* untuk *dynotest* kendaraan.

## 6. Viskometer

Viskometer digunakan untuk mengetahui nilai viskositas dari ketiga macam pelumas pada temperatur tertentu sesuai standar ASTM D445 – 97. Pengukuran dilakukan saat kondisi pelumas baru dan setelah pengujian *dynotest*. Pada pengukuran viskositas pelumas dilakukan di Laboratorium Energi LPPM ITS.

### 3.3 Pelaksanaan Percobaan

Pelaksanaan eksperimen dan pengambilan data dalam penelitian ini bertempat :

- Pengujian Dynamometer : Bengkel Iquteche Racing, Jalan Raya Jawar, Benowo Utara, Kecamatan Pakal, Kota Surabaya, Jawa Timur
- Pengujian Viskositas : Laboratorium Energi dan Lingkungan Hidup, Kampus ITS Gedung Pusat Robotika ITS 2nd Floor, JL. Teknik Kimia, Sukolilo, Keputih, Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur
- Waktu Pelaksanaan : 6 & 7 Februari 2018 dan 10 April 2018 pukul 10.00 WIB

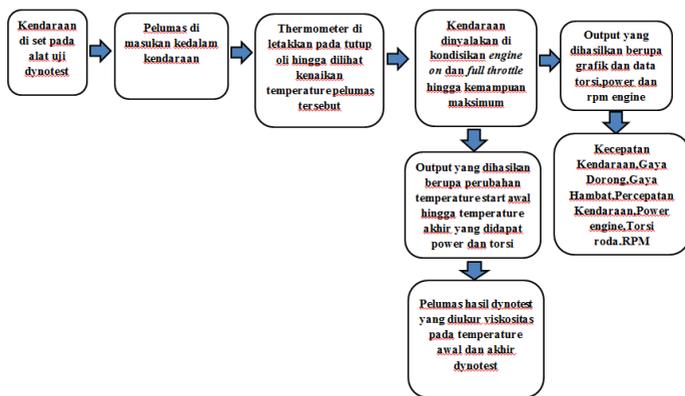
### 3.4 Skema Pengujian

Set up kendaraan pada mesin dynotest sesuai dengan standart ISO 8178 steadystate engine dynotest dengan menepatkan roda belakang kendaraan dengan roller dynotest, setelah itu kendaraan di ikat agar stabil seperti gambar 3.5 dimana set up kendaraan dilakukan setiap percobaan pelumas.kondisi ban dipastikan masih baik dan tekanan ban sesuai standar.



*Gambar 3.5 set up kendaraan alat dynotest*

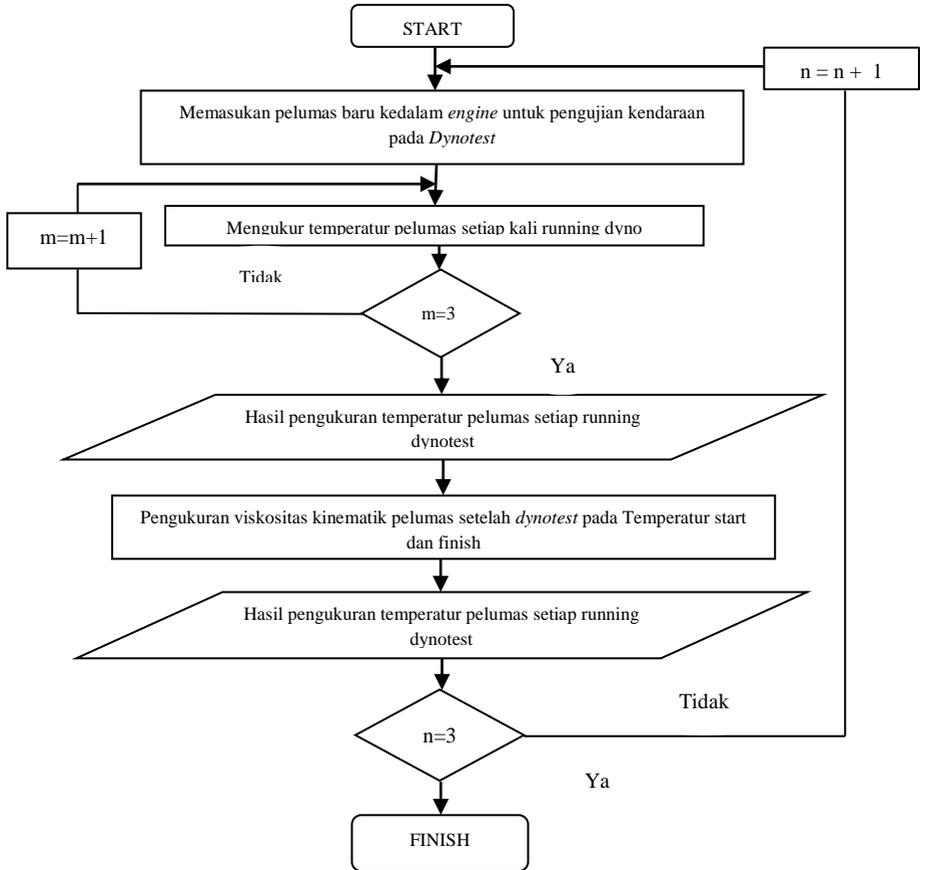
Selanjutnya pelumas dimasukan kedalam kendaraan lalu thermometer diletakkan pada tutup oli atas dan bawah untuk mengetahui temperature awal dari pelumas.selanjutnya kendaraan dinyalakan dan di running hingga full throttle hingga kemampuan maksimum atau limiter dan hasil dari dynotest didapat torsi engine dan putaran engine. Berikut gambar 3.6 yaitu skema percobaan sebagai berikut.



*Gambar 3.6 Skema Percobaan Pengukuran Torsi roda dan putaran kendaraan serta perubahan viskositas terhadap temperature pelumas*

### 3.5 Prosedur Pengujian Pelumas

Adapun dalam prosedur pengujian pelumas adalah sebagai berikut.

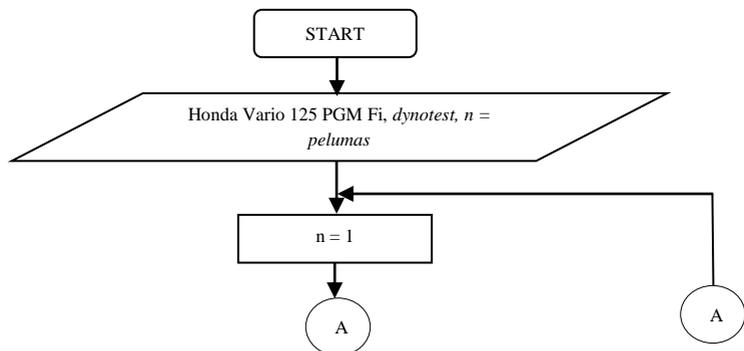


Gambar 3.7 Flowchart pengujian pelumas

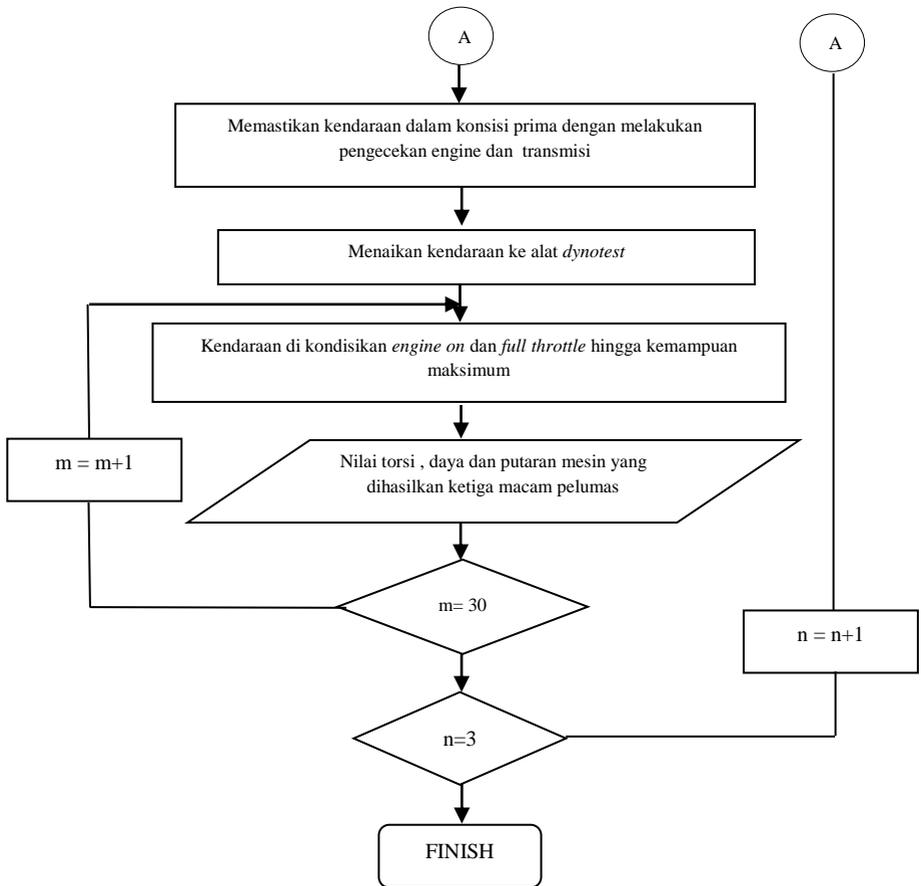
Dibawah ini adalah penjelasan dari flowchart pengujian pelumas antara lain:

1. Menyiapkan pelumas baru lalu memasukkan pelumas kedalam engine
2. Mengukur temperature pelumas pada saat running dynotest melalui thermometer yang diletakkan di tutup oli atas dan tutup oli bawah. Temperatur start pelumas 40°C hingga temperatur pelumas konstan di suhu dengan kenaikan power engine yang telah maksimal.
3. Setelah itu pelumas di tune up lalu dimasukkan kedalam botol untuk selanjutnya dikirim untuk di uji viskositas.
4. Pelumas di uji viskositas di laboratorium energy LPPM – ITS menggunakan viscometer bath pada temperature yang telah ditentukan.

### 3.6 Prosedur Pengujian Kendaraan



Gambar 3.8 Flowchart pengujian kendaraan (Lanjutan)



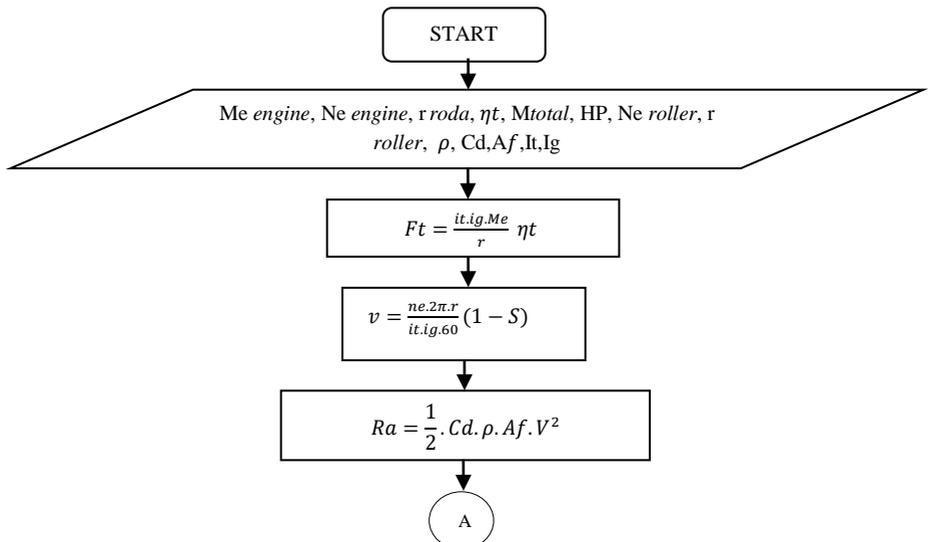
Gambar 3.8 Flowchart pengujian kendaraan

Adapun tahap-tahap pengujian antara lain:

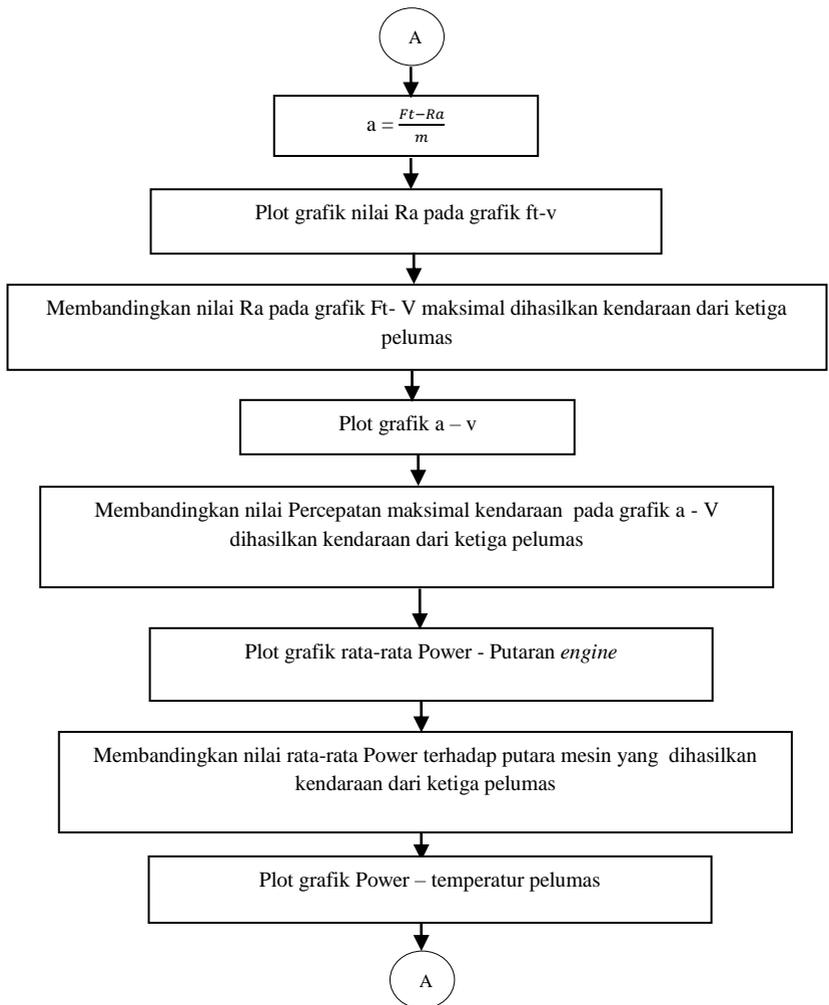
1. Menyiapkan objek penelitian, alat *dynotest*, dan pelumas *engine*

2. Memastikan kendaraan dalam kondisi prima dengan mengecek komponen komponen engine dan transmisi pada kendaraan
3. Menaikan kendaraan ke atas *dynotest* dan menyalakan mesin kendaraan dan memutar handle throttle hingga kemampuan mesin maksimum.
4. Data torsi, daya, dan putaran mesin yang dihasilkan ketiga pelumas dapat dilihat pada layar alat *dynotest*.
5. Mengulangi langkah 1-3 dengan mengganti pelumas yang lain.

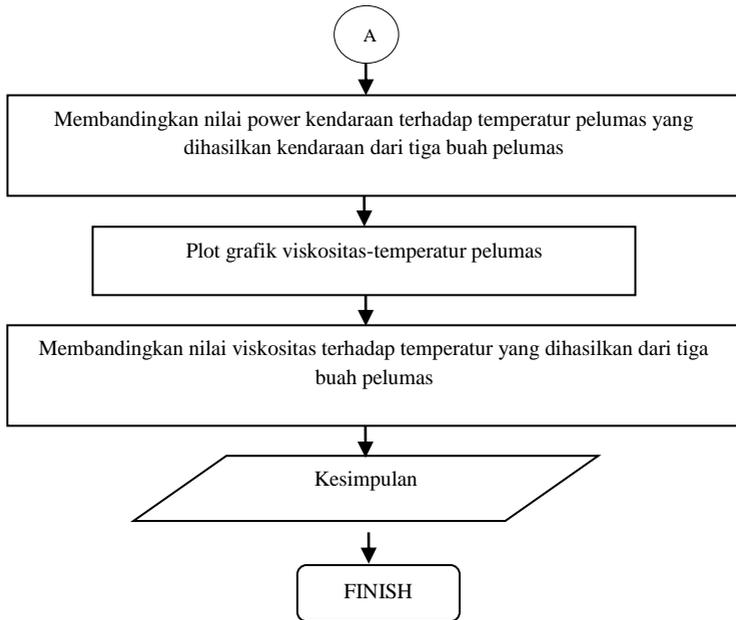
### 3.7 Prosedur Perhitungan



Gambar 3.9 Flowchart perhitungan (lanjutan)



Gambar 3.9 Flowchart perhitungan (lanjutan)



*Gambar 3.9 Flowchart Perhitungan*

Adapun tahap - tahap perhitungan antara lain :

1. Mengumpulkan data hasil dynotest yaitu torsi ,daya dan putaran roda.
2. Menghitung gaya dorong kendaraan (2.5)
3. Menghitung kecepatan kendaraan (2.6)
4. Menghitung gaya hambat akibat angin (2.11)
5. Menghitung percepatan kendaraan (2.8)

6. Melakukan plot grafik  $F_t - v$ .
7. Membandingkan nilai  $R_a$  pada grafik  $F_t - V$  maksimal dihasilkan kendaraan dari ketiga pelumas.
8. Melakukan plot gradik  $a - V$ .
9. Melakukan perbandingan nilai Percepatan maksimal kendaraan pada grafik  $a - V$  dihasilkan kendaraan dari ketiga pelumas.
10. Melakukan plot grafik rata-rata Power - Putaran engine menggunakan tiga buah pelumas.
11. Melakukan plot grafik Power Kendaraan – Temperatur Pelumas.
12. Membandingkan nilai power kendaraan terhadap temperatur pelumas yang dihasilkan kendaraan dari tiga buah pelumas.
13. Melakukan plot grafik Viskositas – Temperatur pelumas.
14. Membandingkan nilai viskositas terhadap temperatur yang dihasilkan dari tiga buah pelumas.
15. Melakukan analisa dan menarik kesimpulan.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### IV.1 Data Hasil Pengujian

#### IV.1.1 Data Pelumas

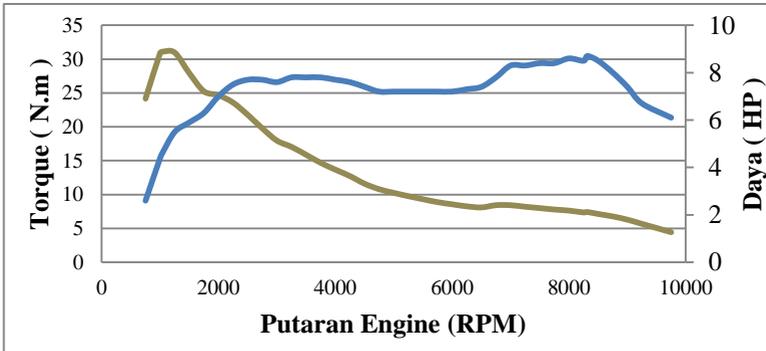
Pada tabel 4.1 merupakan data pelumas yang digunakan pada studi eksperimen dan analisa ini dimana data tersebut didapatkan dari pengujian dan data dari produsen. Pelumas yang digunakan memiliki viskositas yang sama yakni SAE 10W30 dengan Klasifikasi API dan Klasifikasi JASO MB namun memiliki perbedaan pada base oil. Dimana pelumas 1 memiliki base oil mineral, pelumas 2 memiliki base oil semi synthetic dan pelumas 3 memiliki base oil full synthetic.

*Tabel 4.1 Data pelumas dan hasil pengujian pelumas*

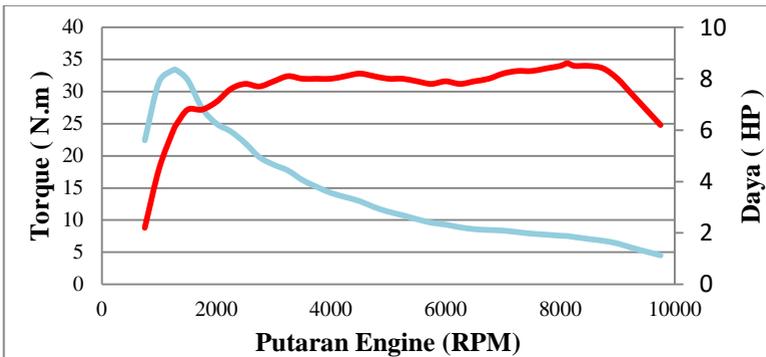
No	Nama Pelumas	SAE Viskositas	API Service	Base Pelumas	Klasifikasi JASO	Viscosity Kinematic 40°C
1	 <b>Pelumas 1</b>	10W-30	SL For 2004 and older automotive engines.	Mineral	JASO MB	82.39 cSt
2	 <b>Pelumas 2</b>	10W-30	SL For 2004 and older automotive engines.	Semi Sintetis	JASO MB	78.66 cSt
3	 <b>Pelumas 3</b>	10W-30	SL For 2004 and older automotive engines.	Full Sintetis	JASO MB	69.64 cSt

#### IV.1.2 Data hasil pengujian kendaraan

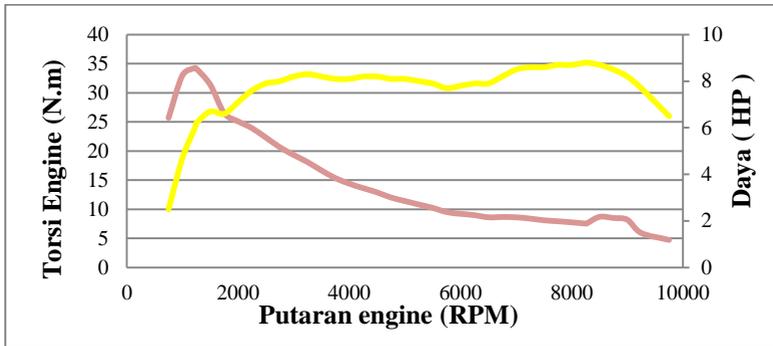
Didapatkan data hasil pengujian kendaraan dengan pelumas menggunakan pengujian dynamometer didapatkan hasil seperti gambar 4.1 hingga gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Hasil pengujian dynamometer kendaraan menggunakan pelumas 1



Gambar 4.2 Hasil pengujian dynamometer kendaraan menggunakan pelumas 2



Gambar 4.3 Hasil pengujian dynamometer kendaraan menggunakan pelumas 3

## IV.2 Contoh Perhitungan Kinerja Kendaraan pada Dynamometer

Berikut merupakan perhitungan hasil pengujian dynamometer menggunakan kendaraan sepeda motor transmisi otomatis.

- Rasio perbandingan transmisi putaran 2000 rpm
 
$$\frac{9750 - 750}{9750 - 2000} = \frac{0.82 - 2.6}{0.82 - it}$$

$$it = 2.35$$
- Kecepatan kendaraan
 
$$v = \left(\frac{2\pi}{60}\right) \cdot RPM \cdot r$$

$$v = \left(\frac{2\pi}{60}\right) \cdot 2000 \cdot 0,2588$$

$$v = 5.77603 \text{ m/s}$$

$$v = 20.79 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$
- Gaya dorong pada roda
 
$$Ft = \frac{it \cdot ig \cdot Me}{r} \eta t$$

$$Ft = \frac{2.3 \times 10.553 \times 24.67}{0.2588} 90\%$$

$$Ft = 2081.74$$

- Gaya Hambat

$$Ra = 1/2 \cdot \rho \cdot Cd \cdot Af \cdot V^2$$

$$Ra = 1/2 \cdot 1,23 \text{ kg/m}^2 \cdot 1,8 \cdot 0,49 \text{ m}^2 \cdot (5,776 \text{ m/s})^2$$

$$Ra = 21.1779 \text{ N}$$

- Percepatan Kendaraan

$$a = \frac{Ft - Ra}{M}$$

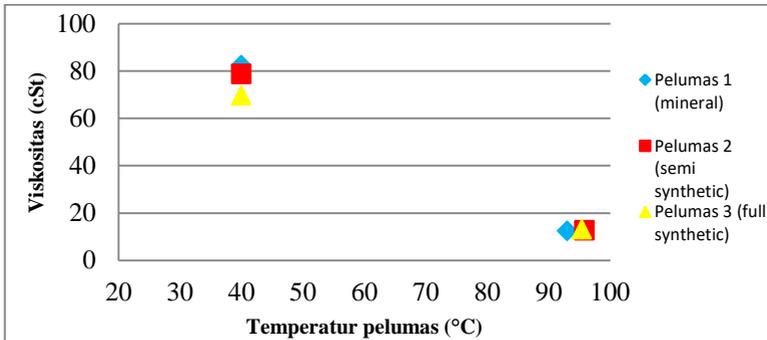
$$a = \frac{2174.67 - 21.1779}{163}$$

$$a = 13,21 \text{ m/s}^2$$

### IV.3 Analisa Data dan Pembahasan

#### IV.3.1 Grafik Perbandingan Pengaruh Viskositas tiap Pelumas terhadap Temperatur Pelumas Kendaraan

Temperatur minyak pelumas sangat berperan penting dalam sebuah pelumasan pada mesin, Karena apabila temperatur minyak pelumas yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kurangnya efisiensi dari pelumasan tersebut. Adapun temperatur optimal pelumasan dalam mesin yaitu  $90^{\circ}\text{C}$ - $105^{\circ}\text{C}$  dan temperatur pelumas yang melebihi temperatur tersebut berbahaya untuk kerja mesin.



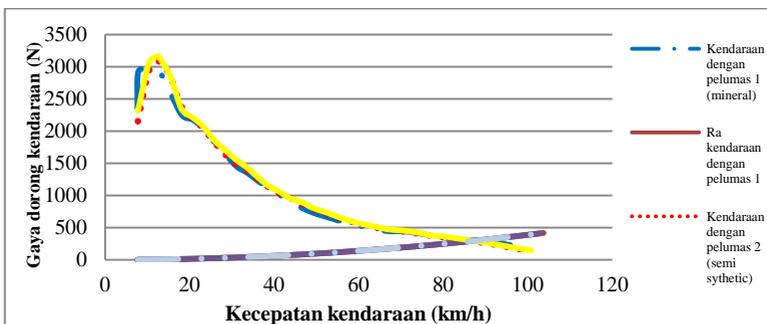
*Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Viskositas pelumas terhadap temperatur pelumas*

Pada grafik 4.4 dapat dilihat trendline grafik viskositas pelumas terhadap temperatur dimana pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap viskositas dari pelumas 1, 2 dan 3. Pengujian dilakukan dengan menggunakan standart ASTM D445-97 menggunakan Viskometer Beth dilakukan pada temperatur awal 40°C dan temperatur akhir tergantung pada temperatur akhir pelumas pada pengujian *Dynamometer* yakni untuk Pelumas 1 93°C, Pelumas 2 95.8°C dan Pelumas 3 95.4°C. Didapatkan hasil pengujian viskositas pada temperatur 40°C Pelumas 1 memiliki viskositas 82.39 cSt, Pelumas 2 memiliki viskositas 78.66 cSt dan Pelumas 3 memiliki viskositas 69.64 cSt. Sedangkan pengujian viskositas pelumas 1 pada temperatur 93°C memiliki viskositas sebesar 12.41 cSt, Pelumas 2 pada temperatur 95.8°C memiliki viskositas sebesar 12.67 cSt dan pelumas 3 pada temperatur 95.4°C memiliki viskositas 13.13 cSt.

Secara umum dapat dilihat pada grafik 4.4 dimana pelumas 1 memiliki garis yang lebih curam dibandingkan pelumas 2 maupun 3, Hal ini dikarenakan pelumas 1 yang memiliki base oil mineral yang reaktif terhadap perubahan temperatur sehingga perubahan viskositas tinggi, Untuk pelumas

2 yang memiliki base oil semi synthetic yakni gabungan pelumas mineral dengan pelumas full synthetic yang mampu menahan perubahan viskositas pada pelumas. Untuk pelumas 3 yang memiliki base oil full synthetic dengan sifat tidak reaktif terhadap temperatur sehingga perubahan viskositas pelumas tidak besar. Semakin tinggi perbedaan viskositas dari temperatur rendah ke temperatur tinggi menghasilkan koefisien gesek yang tinggi sehingga gaya yang dihasilkan rendah karena pengaruh gesekan.

#### IV.3.2 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan setiap Pelumas Beserta Pengaruh Gaya Hambat



*Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Gaya Kendaraan dengan variasi Pelumas beserta Pengaruh Gaya Hambat*

Pada grafik 4.5 dapat dilihat trendline grafik perbandingan gaya dorong kendaraan yang dihasilkan dengan variasi pelumas 1, 2 dan 3 yang divariasikan berdasarkan base oil dari pelumas. Kendaraan dengan menggunakan pelumas 1 menghasilkan nilai gaya dorong kendaraan terbesar senilai 2937.91 N pada kecepatan 10.43 km/h. Setelah melewati kecepatan 10.43 km/h, nilai gaya dorong kendaraan mengalami penurunan dimana pada grafik terlihat penurunan tersebut hingga kecepatan maksimum. Kendaraan dengan menggunakan pelumas 2 menghasilkan nilai gaya dorong kendaraan terbesar senilai

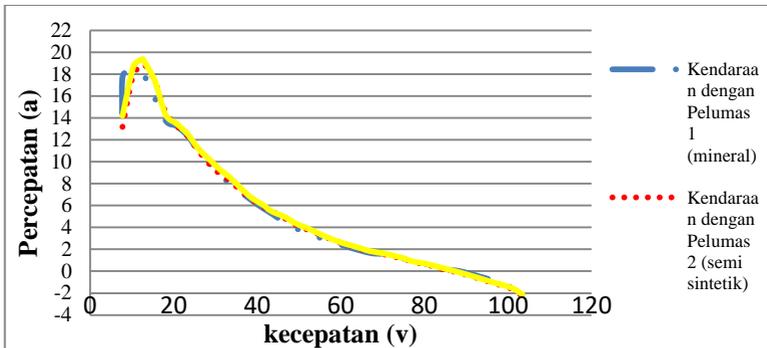
3085.38 N pada kecepatan 12.87 km/h. Setelah melewati kecepatan 12.87 km/h, nilai gaya dorong kendaraan mengalami penurunan dimana pada grafik terlihat penurunan tersebut hingga kecepatan maksimum. Kendaraan dengan menggunakan pelumas 3 menghasilkan nilai gaya dorong kendaraan terbesar senilai 3164.79 N pada kecepatan 12.56 km/h. Setelah melewati kecepatan 12.56 km/h, nilai gaya dorong kendaraan mengalami penurunan dimana pada grafik terlihat penurunan tersebut hingga kecepatan maksimum.

Secara umum, karakteristik trendline grafik nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan kendaraan dengan pelumas 1, 2 dan 3 adalah sama. Tetapi nilai gaya dorong pada kecepatan tertentu masing masing kendaraan dengan variasi pelumas berbeda. Hal ini dikarenakan base oil tiap pelumas yang berbeda dimana pada pelumas 1 memiliki base oil mineral yang memiliki bahan dasar minyak bumi dengan molekul atom pelumas tidak seragam sehingga kemampuan untuk menanggulangi gaya gesek pada komponen mesin dan kemampuan alir dari pelumas tidak optimal jika dibandingkan dengan pelumas dengan base oil yang lain dan dapat dilihat pelumas base oil mineral menghasilkan gaya dorong paling rendah dibandingkan kedua pelumas dengan base oil yang lain. Untuk pelumas 2 memiliki base oil semi synthetic atau base oil mineral dengan campuran base oil full synthetic dengan paduan tersebut menghasilkan molekul atom pelumas yang lebih seragam dari pada base oil mineral namun kemampuan menanggulangi gaya gesek dan kemampuan alir dari pelumas tidak sebaik pelumas full synthetic, hal ini karena pelumas semi synthetic memiliki komposisi base oil mineral dibanding base oil synthetic dan dapat dilihat kendaraan dengan pelumas semi synthetic memiliki gaya dorong yang lebih tinggi dibandingkan pelumas base oil mineral. Untuk pelumas 3 merupakan pelumas dengan base oil full synthetic terbuat dari unsur kimia sintetik seperti poly alphaolefin dan ester yang memiliki molekul atom kecil dan seragam sehingga kemampuan

menanggulangi gaya gesek pada komponen mesin dan kemampuan alir pelumas lebih optimal sehingga dapat dilihat kendaraan dengan pelumas 3 yakni pelumas full synthetic memiliki gaya dorong yang paling tinggi dibanding kedua pelumas lainnya.

### IV.3.3 Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan setiap Pelumas

Salah satu parameter penting untuk menggambarkan kemampuan laju kendaraan adalah percepatan yang mampu dihasilkan oleh kendaraan tersebut. Maka tinggi percepatan yang dihasilkan oleh kendaraan pada setiap kecepatan maka makin bagus kinerja laju dari kendaraan tersebut. Kendaraan yang mudah dipercepat dan menghasilkan percepatan tinggi sehingga menghasilkan performa yang lebih baik.



*Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Percepatan Kendaraan dengan variasi Pelumas*

Pada gambar 4.6 dapat dilihat trendline grafik perbandingan percepatan kendaraan yang dihasilkan kendaraan dengan variasi pelumas sebagai fungsi kecepatan kendaraan. Kendaraan dengan menggunakan pelumas 1 menghasilkan nilai percepatan kendaraan  $14.44 \text{ m}^2/\text{s}$  pada kecepatan  $7.64 \text{ km/jam}$ .

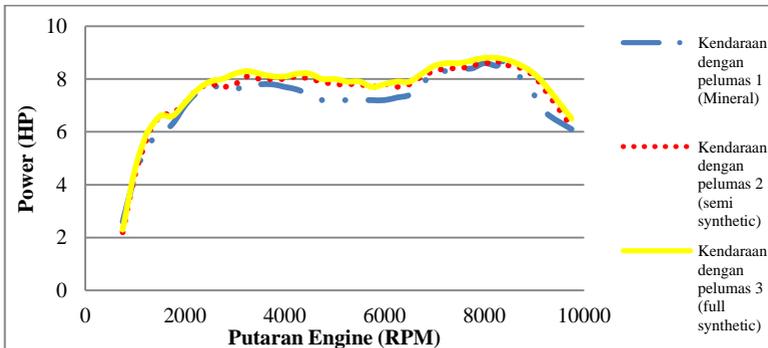
Nilai percepatan kendaraan tersebut meningkat drastis hingga mencapai nilai percepatan maksimal senilai  $17.99 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $10.43 \text{ km/jam}$ . Setelah melewati kecepatan kendaraan  $10.43 \text{ km/jam}$ , Nilai percepatan kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum. Kendaraan dengan menggunakan pelumas 2 menghasilkan kecepatan  $7.75 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan tersebut mengalami peningkatan drastis hingga kecepatan  $12.87 \text{ km/jam}$ , pada kecepatan tersebut nilai percepatan kendaraan menggunakan pelumas 2 mencapai percepatan tertinggi yaitu  $18.88 \text{ m/s}^2$ . Setelah melewati kecepatan  $12.87 \text{ km/jam}$  percepatan mengalami penurunan secara perlahan hingga kecepatan maksimum. Kendaraan dengan menggunakan pelumas 3 menghasilkan kecepatan  $7.77 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan tersebut mengalami peningkatan drastis hingga kecepatan  $12.56 \text{ km/jam}$ , pada kecepatan tersebut nilai percepatan kendaraan menggunakan pelumas 3 mencapai percepatan tertinggi yaitu  $19.37 \text{ m/s}^2$ . Setelah melewati kecepatan  $12.56 \text{ km/jam}$  percepatan mengalami penurunan secara perlahan hingga kecepatan maksimum.

Dari grafik perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa pelumas 3 yang memiliki base oil full sintetis memiliki nilai percepatan tertinggi dibandingkan pelumas 2 yang memiliki base oil semi sintetis dan pelumas 1 yang memiliki base oil mineral. Hal ini dikarenakan nilai percepatan kendaraan dipengaruhi oleh gaya dorong kendaraan, hambatan kendaraan dan massa kendaraan dimana gaya hambatan kendaraan dipengaruhi oleh seberapa tinggi kecepatan kendaraan dan gaya dorong kendaraan dipengaruhi oleh kemampuan kendaraan untuk menghasilkan gaya torsi untuk menggerakkan kendaraan. Dalam hal ini pelumas 3 memiliki nilai percepatan tertinggi karena pelumas 3 merupakan pelumas full synthetic yang mampu melumasi komponen mesin lebih optimal sehingga menghasilkan gesekan yang rendah sehingga menghasilkan gaya dorong yang tinggi. Sedangkan pelumas 2 memiliki nilai percepatan dibawah pelumas 2 karena

pelumas 2 merupakan pelumas semi synthetic dimana gabungan antara pelumas mineral dan full synthetic yang mampu melumasi komponen mesin dengan baik namun tidak sebaik pelumas 3 karena molekul pelumas tidak seseragam pelumas full synthetic. Sedangkan pelumas 1 memiliki nilai percepatan dibawah pelumas 2 dan pelumas 3 karena pelumas 1 merupakan pelumas base oil mineral yang cukup baik melumasi komponen mesin namun karena molekul pelumas tidak seragam sehingga gesekan antar molekul relatif lebih besar sehingga menghasilkan gaya dorong yang lebih rendah.

#### IV.3.4 Grafik Perbandingan Rata-Rata Daya Kendaraan variasi Pelumas

Parameter yang selalu dilihat pada kendaraan adalah Daya dari kendaraan dimana daya merupakan adalah kemampuan mengangkat sebuah beban didalam jangka waktu tertentu atau jumlah tenaga yang mampu dikeluarkan atau dihasilkan oleh sebuah mesin dalam waktu tertentu. Penting untuk menggambarkan kemampuan Power kendaraan terhadap putaran mesin dimana seberapa besar power yang dihasilkan kendaraan apada putaran mesin tertentu.



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Daya Kendaraan variasi Pelumas

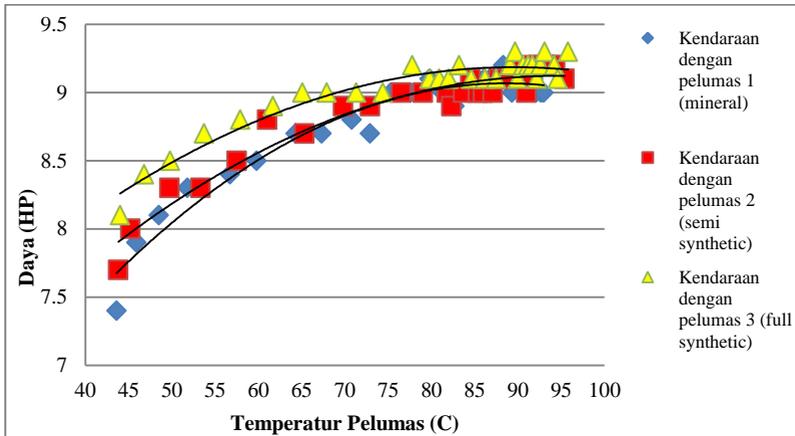
Pada grafik 4.7 dapat dilihat trendline grafik perbandingan Daya kendaraan yang dihasilkan dengan variasi pelumas 1, 2 dan 3 yang divariasikan berdasarkan base oil dari pelumas. Kendaraan dengan menggunakan pelumas 1 menghasilkan putaran mesin mulai terlihat pada putaran 750 RPM menghasilkan 2.6 HP lalu terus mengalami kenaikan hingga pada putaran 3750 RPM menghasilkan 7.8 HP selanjutnya daya mengalami penurunan hingga putaran 5750 RPM menghasilkan 7.2 HP lalu terus meningkat hingga pada putaran mesin 8315 RPM menghasilkan daya tertinggi sebesar 8.7 HP, lalu mengalami penurunan hingga putaran mesin tertinggi pada 9750 RPM sebesar 6.1 HP. Sedangkan Kendaraan dengan menggunakan pelumas 2 menghasilkan putaran mesin mulai terlihat pada putaran 750 RPM menghasilkan 2.2 HP lalu terus mengalami kenaikan hingga pada putaran 4250 RPM menghasilkan 8.1 HP selanjutnya daya power mengalami penurunan hingga putaran 5750 RPM menghasilkan 7.7 HP lalu terus meningkat hingga pada putaran mesin 8315 RPM menghasilkan daya tertinggi sebesar 8.7 HP, lalu mengalami penurunan hingga putaran mesin tertinggi pada 9750 RPM sebesar 6.2 HP. Kemudian Kendaraan dengan menggunakan pelumas 3 menghasilkan putaran mesin mulai terlihat pada putaran 750 RPM menghasilkan 2.3 HP lalu terus mengalami kenaikan hingga pada putaran 4250 RPM menghasilkan 8.2 HP selanjutnya daya mengalami penurunan hingga putaran 5750 RPM menghasilkan 7.7 HP lalu terus meningkat hingga pada putaran mesin 8271 RPM menghasilkan daya tertinggi sebesar 8.8HP, lalu mengalami penurunan hingga putaran mesin tertinggi pada 9750 RPM sebesar 6.5 HP.

Secara umum, karakteristik trendline grafik daya kendaraan yang dihasilkan kendaraan dengan pelumas 1, 2 dan 3 adalah sama. Tetapi nilai gaya dorong pada kecepatan tertentu masing masing kendaraan dengan variasi pelumas berbeda. Hal ini dikarenakan base oil pelumas yang menghasilkan kemampuan

pelumas tersebut. Pada grafik 4.7 didapat bahwa pelumas 3 dengan base oil full synthetic memiliki nilai daya tertinggi dibandingkan pelumas 2 dan pelumas 3, Hal ini dikarenakan daya merupakan kemampuan untuk menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan dalam waktu tertentu dimana pelumas 3 mampu menghasilkan tenaga yang lebih besar karena pelumas full synthetic dirancang untuk pelumasan mesin putaran tinggi sehingga dengan menggunakan pelumas full synthetic dapat menghasilkan gaya dorong tinggi pada putaran yang tinggi. Pada pelumas 2 menghasilkan daya yang sedikit lebih rendah hal ini dikarenakan pelumas 2 merupakan pelumas semi sintetik yang merupakan pelumas gabungan antara base oil mineral dan full synthetic sehingga dengan campuran tersebut mampu menghasilkan gaya dorong yang cukup tinggi pada putaran tinggi. Pada pelumas 1 menghasilkan daya yang terendah dibandingkan kedua pelumas yang lain, hal ini karena pelumas 1 merupakan pelumas base oil mineral yang tidak dirancang untuk pelumasan mesin putaran tinggi hal ini karena kemampuan alir pelumas base oil mineral tidak cukup baik untuk melindungi pada mesin putaran tinggi.

#### **IV.3.5 Grafik Perbandingan Daya Kendaraan terhadap Temperatur kendaraan tiap Pelumas**

Salah satu parameter untuk mengetahui kondisi pelumas adalah temperatur pelumas saat bekerja pada kendaraan dan hubungan temperatur pelumas dengan kinerja mesin pada kendaraan. Untuk melihat kinerja mesin kendaraan dapat menggunakan Dynamometer dengan menggambarkan kemampuan daya kendaraan terhadap putaran mesin dimana seberapa besar daya yang dihasilkan kendaraan pada putaran mesin pada temperatur tertentu.



*Gambar 4.8 Grafik Daya kendaraan terhadap kenaikan temperatur pelumas menggunakan variasi Pelumas*

Pada grafik 4.8 dapat dilihat trendline grafik power maksimal kendaraan yang dihasilkan dengan 30 kali running Dynamometer yang menggunakan pelumas 1, 2 dan 3 sebagai fungsi kenaikan temperatur pelumas. Nilai daya kendaraan dipengaruhi oleh putaran mesin dipengaruhi waktu dan torsi mesin yang dikonvensi oleh *Dynamometer* dimana semakin tinggi putaran mesin maka semakin tinggi pula daya yang dihasilkan hingga mencapai titik tertentu dan semakin tinggi pula temperatur pelumas pada mesin kendaraan. Sehingga daya kendaraan berkaitan dengan kemampuan pelumas melindungi dari gesekan dan kemampuan pelumas untuk pendinginan. Pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa temperatur start awal pengujian pelumas yaitu 40 °C lalu dilakukan running Dynamometer sebanyak 30 kali untuk melihat kenaikan temperatur pelumas menggunakan thermometer yang diletakkan di drane atas dan bawah blok mesin untuk dapat dilihat pengaruh temperatur terhadap daya kendaraan.

Pada kendaraan dengan pelumas 1 pengujian pertama temperatur naik menjadi 43.6 °C dengan daya 7.4 HP lalu terus menerus mengalami kenaikan. Pada pengujian ke-2 hingga ke-12 kenaikan temperatur pelumas relative tinggi dengan kenaikan 2°C hingga 3°C begitu pula pada power kendaraan namun saat temperatur pelumas mencapai temperatur 80°C pada pengujian ke-13 terlihat kendaraan mencapai daya tinggi 9.1 HP di ikuti kenaikan temperatur relatif kecil yaitu 1°C hingga 1.5°C terus menerus dengan daya yang relatif stabil berkisar 9 hingga 9.1 HP. Pada pengujian ke-21 saat temperatur pelumas 88.3°C kendaraan mencapai daya tertinggi yaitu 9.2 HP. Pada kendaraan dengan pelumas 2 pengujian pertama temperatur naik menjadi 43.8 °C dengan daya 7.7 HP lalu terus menerus mengalami kenaikan. Pada pengujian ke-2 hingga ke-10 kenaikan temperatur pelumas relative tinggi dengan kenaikan 2°C hingga 3°C namun pada daya kendaraan telah mencapai 9 HP dan percobaan selanjutnya relatif stabil. Saat temperatur pelumas mencapai temperatur 80°C pada pengujian ke-12 terlihat kenaikan temperatur relatif kecil yaitu 1°C hingga 1.5°C terus menerus dengan daya yang relatif stabil berkisar 9 hingga 9.1 HP. Pada pengujian ke-22 saat temperatur pelumas 90.6 °C kendaraan mencapai power tertinggi yaitu 9.2 HP lalu dipercobaan selanjutnya daya kendaraan stabil pada 9.1 HP hingga 9.2 HP. Pada kendaraan dengan pelumas 3 pengujian ke-2 hingga ke-10 kenaikan temperatur pelumas relative tinggi dengan kenaikan 2°C hingga 3°C namun pada daya kendaraan telah mencapai 9 HP dan percobaan selanjutnya relatif stabil. Saat temperatur pelumas belum mencapai temperatur 80°C pada pengujian ke-11 terlihat daya kendaraan telah mencapai 9 HP dan percobaan selanjutnya relative stabil terlihat kenaikan temperatur relatif kecil yaitu 1°C hingga 1.5°C. Pada pengujian ke-20 saat temperatur pelumas 91.7 °C kendaraan mencapai daya tertinggi yaitu 9.3 HP lalu dipercobaan selanjutnya daya kendaraan stabil pada 9.1 HP hingga 9.3 HP. Secara umum, karakteristik trendline grafik nilai daya kendaraan yang dihasilkan kendaraan dengan pelumas 1, 2 dan 3 terhadap temperatur adalah sama. Tetapi nilai

daya yang dihasilkan terhadap kenaikan temperatur pelumas berbeda masing-masing pelumas. Hal ini dikarenakan kemampuan pelumas terhadap temperatur dimana pelumas 1 memiliki base oil mineral bersifat reaktif terhadap temperatur sehingga viskositas pelumas berubah drastis hingga perlindungan akan gesekan tidak optimal sehingga daya yang dihasilkan tidak maksimal. Sementara pelumas 2 memiliki base oil semi synthetic yakni gabungan base oil mineral dengan base oil full synthetic memiliki molekul pelumas yang kurang seragam sehingga perubahan viskositas pelumas tidak tinggi dan kemampuan pelumas untuk memberikan daya cukup tinggi. Pelumas 3 memiliki base oil full synthetic yang bersifat tidak reaktif terhadap temperatur sehingga viskositas pelumas tidak berubah drastis dengan molekul yang seragam mampu melindungi mesin dengan baik sehingga menghasilkan daya yang tinggi.

*(halaman ini sengaja dikosongi )*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Kendaraan menggunakan pelumas 1 menghasilkan nilai gaya dorong kendaraan terbesar senilai 2937.91 N pada kecepatan 10.43 km/h dengan percepatan kendaraan maksimal senilai 17.99 m/s<sup>2</sup> dengan daya rata-rata tertinggi sebesar 8.7 HP pada pengujian ke-21 mencapai daya tertinggi sebesar 9.2 HP pada temperatur pelumas sebesar 88.3°C. Kendaraan dengan pelumas 2 menghasilkan gaya dorong kendaraan terbesar senilai 3085.38 N pada kecepatan 12.87 km/h dengan percepatan kendaraan maksimal senilai 18.88 m/s<sup>2</sup> dengan daya rata-rata tertinggi sebesar 8.7 HP pada pengujian ke-22 mencapai daya tertinggi sebesar 9.2 HP pada temperatur pelumas sebesar 90.6°C. Kendaraan menggunakan pelumas 3 menghasilkan nilai gaya dorong kendaraan terbesar senilai 3164.79 N pada kecepatan 12.56 km/h dengan percepatan kendaraan maksimal senilai 19.37 m/s<sup>2</sup> dengan daya rata-rata tertinggi sebesar 8.8 HP pada pengujian ke-20 mencapai daya tertinggi sebesar 9.3 HP pada temperatur pelumas sebesar 91.7°C.
2. Pada pengujian temperatur 40°C pelumas 1 memiliki viskositas 82.39 cSt, Pelumas 2 memiliki viskositas 78.66 cSt dan Pelumas 3 memiliki viskositas 69.64 cSt. Akhir pengujian kendaraan didapatkan viskositas pelumas 1 pada temperatur 93°C memiliki viskositas sebesar 12.41 cSt, Pelumas 2 pada temperatur 95.8°C memiliki

viskositas sebesar 12.67 cSt dan pelumas 3 pada temperatur 95.4°C memiliki viskositas 13.13 cSt.

## 5.2 Saran

Dari berbagai kendala yang didapat pada pengujian, adapun saran yang diusulkan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

- 1) Sebaiknya pengujian dynotest dilakukan lebih dari 30 kali dan menggunakan jenis dynotest Brake Based yang dapat mengetahui langsung temperatur pelumas dan hasil pembakaran.
- 2) Untuk mendapat hasil yang lebih akurat sebaiknya *datasheet* setiap pelumas lebih lengkap didapatkan dari pabrikan pelumas guna mengetahui perbedaan secara lengkap.
- 3) Agar mendapat informasi pengaruh pelumas terhadap performa kendaraan sebaiknya variasi pelumas lebih banyak baik dari segi *base oil* maupun *range viskositas* yang berbeda.
- 4) Sebaiknya penelitian selanjutnya menggunakan menambahkan perbandingan pelumas dengan dua kendaraan yang sama agar mengetahui kemampuan pelumas terhadap performa kendaraan.

## DAFTAR PUSTAKA

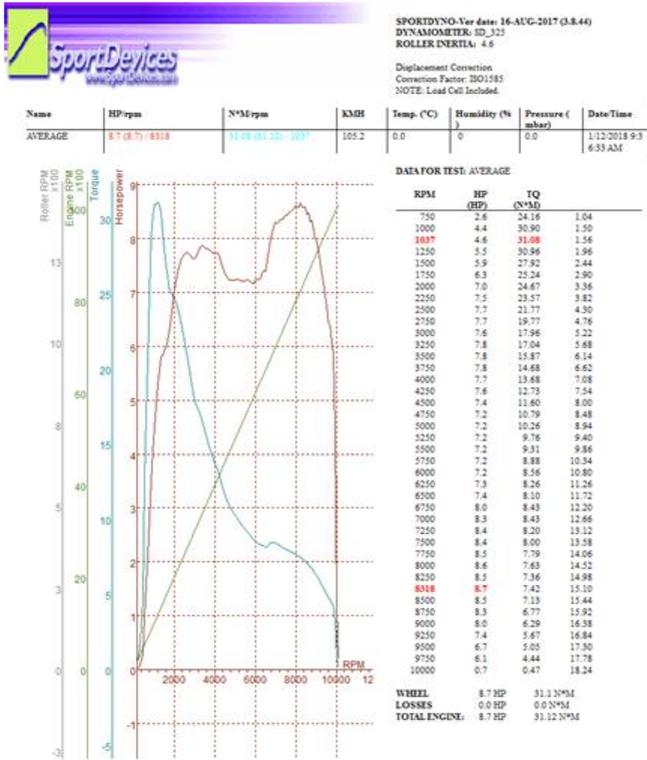
- [1] Sutantra, I.N. & Sampurno. 2010. **Teknologi Otomotif Edisi Kedua**. Surabaya : Guna Widya.
- [2] Cainer, A.J. & Haycock, R.F. 1996. **Automotive lubricants reference book Second Edition**. New York : Wiley-Interdscience.
- [3] Aditya, B. 2016. **Karakteristik Viskositas Dan Konduktivitas Termal Tiga Produk Minyak Pelumas Beserta Pengaruhnya Terhadap Sepeda Motor Honda Megapro 150 cc**. Tugas Akhir. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah.
- [4] Mo, Y. & Wang, J. 2015. Experimental Research on the Impact of Lubricating Oils on Engine. School of Mechanical and Electronic Engineering, Wuhan University of Technology, China, **3rd International Conference on Material, Mechanical and Manufacturing Engineering IC3ME 2015**, 2:1607-1612.
- [5] Arisandi, M. 2012. **Analisa Pengaruh Bahan Dasar Pelumas Terhadap Viskositas pelumas dan konsumsi bahan bakar**. Tugas Akhir. Semarang : Universitas Wahid Hasyim.
- [6] Hariyanto, M.D. 2016. **Studi Eksperimen Dan Analisa Pengaruh Perubahan Kombinasi Massa Roller Dan Kontanta Pegas Pada Continous Variable Transmission (CVT) Terhadap Performa Kendaraan Vario 125 PGM-Fi**. Tugas Akhir. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Putranto, B. B. 2015. **Studi Eksperimen Pengaruh Massa Roller Pada Continous Variable Transmission (CVT) Terhadap Kinerja Traksi Kendaraan Vario 125 PGM-Fi**. Tugas Akhir. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- [8] Honda Motor Co, Ltd. 2015. **Buku Pedoman Pemilik Honda Vario 125 PGM-Fi**. Jakarta : PT Astra Honda Motor.
- [9] Sport Devices. 2017. **Inertia chasis dynotest specification and Operations**, <URL://<http://www.sportdevices.com/sp1.php.htm>>.
- [10] Bushan, B. 1999. **Principles and Application of Tribology**. New York : Wiley-Interscience.
- [11] Rasid, A.F.A. Mohamad, T.I. & Ghazali, M.J. 2012. **Effects of Lubricant Temperature in a Motorized Engine**. Department of Mechanical and Material Engineering, Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia. World Applied Sciences Journal 20, 7:927-930.
- [12] JASO Engine Oil Standard, 2016. **Implementation Manual**. Japan : Motorcycle Four Stroke Cycle Gasoline Oils (JASO T 903 : 2016).
- [13] Herman, F. 2008. **Internal Combustion Engine Lubrication**. Burlington : Z Pluss LLC.
- [14] Deutchman, A.D. 1985. **Machine Design Theory**. London : Collier Macmillan International Editor.
- [15] Brown, S.F. 2015. **Base Oil Groups: Manufacture, Properties and Performance**. Ohio : Webinars Publishing Co.
- [16] Torbacke, M.T. & Kassfeldt, E. 2014. **Lubricants Introduction Properties and Performance**. Sweden : John Wiley & Sons Ltd.

# LAMPIRAN

## Lampiran A.1. Lembar Hasil Pengujian Dynotest

### Pelumas 1



Pelumas 2



SPORTDYNO Ver date: 16-AUG-2017 (3.8.44)  
 DYNAMOMETER: SD\_325  
 ROLLER INERTIA: 4.6

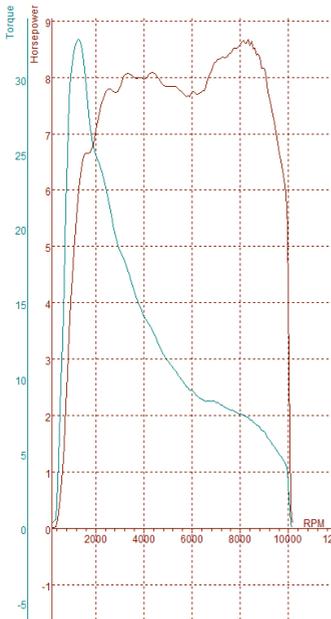
Displacement Correction  
 Correction Factor: ISO1585  
 NOTE: Load Cell Included.

Name	HP/rpm	N*M/rpm	KMH	Temp. (C)	Humidity (%)	Pressure ( mbar)	Date/Time
AVERAGE	8.7 (8.7) / 8315	32.64 (32.70) / 1245	104.6	18.8	45.1568	752.6	4/24/2018 9:1 8:21 PM

DATA FOR TEST: AVERAGE

RPM	HP (HP)	TQ (N*M)
750	2.2	22.05
1000	4.4	30.97
1245	5.8	35.64
1250	5.9	32.64
1500	6.6	30.97
1750	6.7	26.87
2000	7.1	24.86
2250	7.6	23.70
2500	7.8	22.00
2750	7.7	19.90
3000	7.8	18.49
3250	8.1	17.55
3500	8.0	16.23
3750	8.0	15.08
4000	8.0	14.12
4250	8.1	13.46
4500	8.0	12.67
4750	7.9	11.76
5000	7.8	11.12
5250	7.8	10.61
5500	7.8	10.03
5750	7.7	9.47
6000	7.8	9.17
6250	7.7	8.76
6500	7.8	8.49
6750	8.1	8.50
7000	8.3	8.42
7250	8.4	8.20
7500	8.4	7.96
7750	8.5	7.80
8000	8.6	7.63
8250	8.6	7.42
8315	8.7	7.41
8500	8.5	7.12
8750	8.4	6.85
9000	8.1	6.40
9250	7.5	5.79
9500	6.9	5.19
9750	6.2	4.54
10000	2.8	2.01

WHEEL	8.7 HP	32.6 N*M
LOSSES	0.0 HP	-0.1 N*M
TOTAL ENGINE:	8.7 HP	32.70 N*M



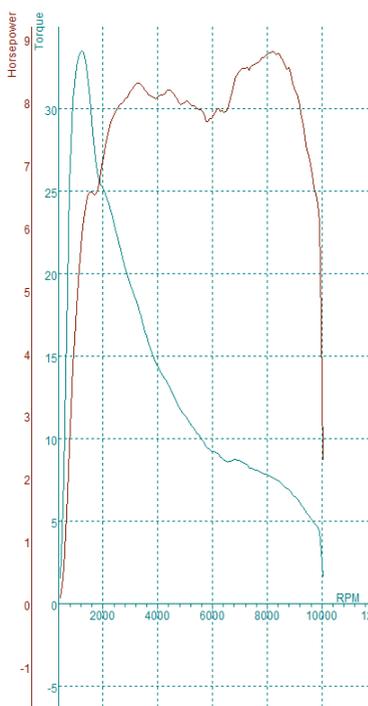
## Pelumas 3



SPORTDYNO-Ver date: 16-AUG-2017 (3.8.44)  
 DYNAMOMETER: SD\_325  
 ROLLER INERTIA: 4.6

Displacement Correction  
 Correction Factor: ISO1585  
 NOTE: Load Cell Included.

Name	HP/rpm	N*M/rpm	KMH	Temp. (°C)	Humidity (%)	Pressure (mbar)	Date/Time
AVERAGE	8.8 (8.8) / 8271	33.48 (33.45) / 1221	104.2	22.6	54.19355	903.2	4/24/2018 2:52:52 PM



## DATA FOR TEST: AVERAGE

RPM	HP (HP)	TQ (N*M)
1000	4.6	32.34
1221	5.9	33.48
1250	6.0	33.41
1500	6.6	30.86
1750	6.6	26.32
2000	7.1	25.09
2250	7.6	23.97
2500	7.9	22.29
2750	8.0	20.61
3000	8.2	19.24
3250	8.3	18.06
3500	8.2	16.62
3750	8.1	15.27
4000	8.1	14.34
4250	8.2	13.58
4500	8.2	12.86
4750	8.0	11.95
5000	8.0	11.35
5250	7.9	10.73
5500	7.9	10.18
5750	7.7	9.49
6000	7.8	9.21
6250	7.9	8.93
6500	7.9	8.59
6750	8.2	8.67
7000	8.5	8.62
7250	8.6	8.41
7500	8.6	8.12
7750	8.7	7.97
8000	8.8	7.79
8250	8.8	7.57
8271	8.8	7.58
8500	8.7	7.29
8750	8.5	6.93
9000	8.2	6.47
9250	7.7	5.93
9500	7.1	5.34
9750	6.5	4.75
10000	3.1	2.19

WHEEL: 8.8 HP 33.5 N\*M  
 LOSSES: 0.0 HP 0.0 N\*M  
 TOTAL ENGINE: 8.8 HP 33.45 N\*M

# Lampiran B.1. Data Hasil Perhitungan

## Pelumas 1

RPW engine	HP	Torsi engine	Torsi roda	FT roda	ft	ig	V (m/s)	V (Km/h)	R	a (m/s <sup>2</sup> )	enst/turn	R roda	Z pi	rpm roller	R roller	rpm roda	m total
750	2.6	24.16	662.834431	2356.289	2.52	10.552	2.18887	7.861932	2.397712	17.90455	0.92	0.2588	6.28	104	0.195	78.8271	163
1000	4.4	30.91	821.661196	2920.916	2.52	10.552	2.89822	10.43359	4.22285	17.98814	0.92	0.2588	6.28	142	0.195	106.9988	163
1037	4.6	31.08	826.449523	2937.919	2.52	10.552	2.89822	10.43359	4.22285	17.98814	0.92	0.2588	6.28	142	0.195	106.9988	163
1250	5.5	30.96	816.7248	2903.304	2.5	10.552	3.61253	13.00025	6.56109	17.7171	0.92	0.2588	6.28	173	0.195	133.5655	163
1500	5.9	27.92	721.799008	2565.301	2.45	10.552	4.34733	15.050423	8.68343	17.68343	0.92	0.2588	6.28	218	0.195	160.907	163
1750	6.3	25.24	631.207978	2243.661	2.27	10.552	5.06168	18.22205	12.8805	13.6687	0.92	0.2588	6.28	248	0.195	186.6524	163
2000	7	24.67	611.266924	2124.66	2.35	10.552	5.77693	20.293721	16.7767	13.23869	0.92	0.2588	6.28	283	0.195	213.2342	163
2250	7.5	23.57	572.024472	2033.507	2.3	10.552	6.49038	22.38637	21.1794	12.34558	0.92	0.2588	6.28	318	0.195	239.6059	163
2500	7.7	21.77	509.971829	1812.883	2.22	10.552	7.22554	26.0105	26.24438	10.56097	0.92	0.2588	6.28	354	0.195	266.7211	163
2750	7.7	19.77	458.948889	1611.502	2.2	10.552	7.99549	28.82816	31.69247	9.814796	0.92	0.2588	6.28	389	0.195	293.1028	163
3000	7.6	17.96	407.462928	1448.449	2.15	10.552	8.63884	33.22585	37.60697	8.635509	0.92	0.2588	6.28	424	0.195	319.4745	163
3250	7.8	17.04	378.398923	1348.685	2.11	10.552	9.38819	35.72548	44.12196	8.002451	0.92	0.2588	6.28	459	0.195	345.9462	163
3500	7.8	15.87	348.259492	1220.385	2.05	10.552	10.08254	38.629714	51.10793	7.179349	0.92	0.2588	6.28	494	0.195	372.2179	163
3750	7.8	14.68	309.80672	1101.312	2	10.552	10.81273	38.94228	56.82761	6.395672	0.92	0.2588	6.28	530	0.195	399.5431	163
4000	7.7	13.68	281.485152	1000.643	1.95	10.552	11.53165	41.51394	66.85384	5.728766	0.92	0.2588	6.28	565	0.195	425.7148	163
4250	7.6	12.72	255.221224	907.2779	1.9	10.552	12.246	44.0856	75.39316	5.103587	0.92	0.2588	6.28	600	0.195	452.0866	163
4500	7.4	11.6	226.44521	804.5855	1.85	10.552	12.96935	46.65726	84.44558	4.42029	0.92	0.2588	6.28	635	0.195	478.4583	163
4750	7.2	10.79	204.540944	728.5381	1.8	10.552	13.71552	49.37587	94.37318	3.889356	0.92	0.2588	6.28	672	0.195	506.3369	163
5000	7.2	10.52	190.35808	676.698	1.76	10.552	14.40964	51.87406	104.3852	3.315121	0.92	0.2588	6.28	706	0.195	531.9552	163
5250	7.2	9.76	176.108659	626.0431	1.71	10.552	15.12381	54.44672	114.9915	3.183286	0.92	0.2588	6.28	741	0.195	558.2269	163
5500	7.2	9.31	168.070939	579.4171	1.66	10.552	15.88816	57.01738	126.111	2.782826	0.92	0.2588	6.28	776	0.195	584.6986	163
5750	7.2	8.88	151.709651	539.6179	1.62	10.552	16.59333	59.57029	138.4237	2.461314	0.92	0.2588	6.28	813	0.195	612.5772	163
6000	7.2	8.56	140.901787	500.5065	1.56	10.552	17.30768	62.30705	150.5987	2.149128	0.92	0.2588	6.28	848	0.195	638.949	163
6250	7.3	8.26	131.610875	467.8594	1.51	10.552	18.02203	64.87931	163.2687	1.888544	0.92	0.2588	6.28	883	0.195	665.3207	163
6500	7.4	8.1	124.787952	443.6048	1.46	10.552	18.71957	67.37749	176.1038	1.641112	0.92	0.2588	6.28	917	0.195	690.3989	163
6750	7.8	8.43	125.424238	445.8667	1.41	10.552	19.47114	70.09561	190.6034	1.586044	0.92	0.2588	6.28	954	0.195	718.8176	163
7000	8.3	8.83	120.087036	428.8936	1.35	10.552	20.18549	72.66776	204.624	1.382271	0.92	0.2588	6.28	989	0.195	745.1893	163
7250	8.3	8.2	113.549594	402.3429	1.31	10.552	20.89984	75.23924	219.5985	1.124812	0.92	0.2588	6.28	1024	0.195	771.5611	163
7500	8.4	8	104.67584	372.1089	1.24	10.552	21.61419	77.81108	234.1063	0.82864	0.92	0.2588	6.28	1059	0.195	797.9328	163
7750	8.4	7.79	99.462038	353.5747	1.21	10.552	22.34895	80.45622	251.1063	0.62864	0.92	0.2588	6.28	1095	0.195	825.058	163
8000	8.6	7.67	93.3936416	332.0021	1.16	10.552	23.0663	83.02788	267.4154	0.386282	0.92	0.2588	6.28	1130	0.195	851.4297	163
8250	8.5	7.36	86.2076921	306.4497	1.11	10.552	23.77765	85.99954	284.2375	0.136271	0.92	0.2588	6.28	1165	0.195	877.8014	163
8515	8.7	7.42	86.125424	306.646	1.1	10.552	24.492	88.1172	301.5728	0.028171	0.92	0.2588	6.28	1200	0.195	904.1731	163
8500	8.5	7.13	79.7499506	283.5004	1.06	10.552	25.22676	90.81624	319.5984	-0.22355	0.92	0.2588	6.28	1236	0.195	931.2863	163
8750	8	6.77	77.1514104	256.4888	1.01	10.552	25.94111	93.338	334.5	-0.502	0.92	0.2588	6.28	1272	0.195	957.687	163
9000	7.4	6.29	63.7171948	226.5063	0.96	10.552	26.65546	95.95966	357.2036	-0.80182	0.92	0.2588	6.28	1306	0.195	984.0417	163
9250	6.7	5.67	54.4461544	193.5454	0.91	10.552	27.36981	98.53132	376.6058	-1.12307	0.92	0.2588	6.28	1341	0.195	1010.413	163
9750	6.1	4.44	38.4172716	138.57	0.82	10.552	28.10457	101.1765	397.0777	-1.59833	0.92	0.2588	6.28	1377	0.195	1037.539	163
1000	0.7	0.47	4.0657408	14.65673	0.82	10.552	30.81892	103.7481	417.5407	-2.47291	0.92	0.2588	6.28	1412	0.195	1065.91	163

## Pelumas 2

HPM engine	HP	Tors engine	Tors roda	FT/roda	r	lg	v (m/s)	V (km/h)	R	a (m/s <sup>2</sup> )	emis Trans	Roda	Z pi	rpm roller	Roller	rpm roda	metakal
750	2.2	22.05	604.9462	2156.500424	2.6	10.552	2.152525	7.7261718	2.330958	13.17898	0.92	0.2588	6.28	105.5	0.195	79.46195	163
1000	4.4	30.97	923.5245	2927.520438	2.52	10.552	2.87781	10.56012	4.163857	17.93971	0.92	0.2588	6.28	141	0.195	106.2403	163
1245	5.8	32.64	867.9315	3085.38262	2.52	10.552	3.175832	12.8779	6.428322	18.88929	0.92	0.2588	6.28	175.2	0.195	132.0093	163
1290	5.9	32.64	861.0432	3066.895458	2.5	10.552	3.200382	13.28555	6.891345	18.78922	0.92	0.2588	6.28	181.4	0.195	136.8688	163
1500	6.6	30.97	800.6481	2846.201358	2.45	10.552	3.097839	15.44466	9.235262	17.40659	0.92	0.2588	6.28	210.2	0.195	158.3851	163
1750	6.7	26.87	671.2714	2388.770978	2.37	10.552	5.00657	18.02566	12.60357	14.57772	0.92	0.2588	6.28	235.8	0.195	184.8281	163
2000	7.1	26.08	616.4834	2194.402836	2.35	10.552	5.071641	20.50063	16.46068	13.94653	0.92	0.2588	6.28	280.1	0.195	211.0951	163
2250	7.6	23.7	575.1895	2047.723178	2.3	10.552	6.483272	23.16686	20.87894	12.41658	0.92	0.2588	6.28	315.3	0.195	237.5715	163
2500	7.8	21	515.3547	1832.03557	2.22	10.552	7.153705	25.72534	25.72797	11.08164	0.92	0.2588	6.28	350.5	0.195	260.0939	163
2750	7.7	19.9	461.9866	1642.33043	2.2	10.552	7.868973	28.31109	31.09048	9.882494	0.92	0.2588	6.28	385.3	0.195	290.1449	163
3000	7.8	18.49	415.4789	1491.192494	2.15	10.552	8.296566	30.92605	37.10114	8.920866	0.92	0.2588	6.28	420.9	0.195	317.1387	163
3250	8.1	17.23	390.3005	1387.467149	2.11	10.552	9.286796	33.47567	43.47072	8.245377	0.92	0.2588	6.28	455.6	0.195	343.2544	163
3500	8	16.21	351.0893	1248.046362	2.05	10.552	10.01272	36.06702	50.44327	7.342723	0.92	0.2588	6.28	490.8	0.195	369.8068	163
3750	8	15.08	318.2483	1131.309566	2	10.552	10.7275	38.61689	57.6549	6.585746	0.92	0.2588	6.28	525.6	0.195	396.0278	163
4000	8	14.11	290.5188	1032.807151	1.95	10.552	11.48572	41.18686	65.78621	5.939012	0.92	0.2588	6.28	560.3	0.195	421.1735	163
4250	8.1	13.46	269.8338	935.805642	1.9	10.552	12.1664	43.79504	74.16124	5.428709	0.92	0.2588	6.28	596.1	0.195	448.148	163
4500	8	12.67	247.3336	879.2384686	1.85	10.552	12.87468	46.34866	81.33219	4.882861	0.92	0.2588	6.28	630.8	0.195	475.2937	163
4750	7.9	11.78	223.3847	794.0327918	1.8	10.552	13.5849	48.90633	92.78037	4.302159	0.92	0.2588	6.28	665.6	0.195	501.5147	163
5000	7.8	11.12	206.5153	734.134769	1.76	10.552	14.30129	51.46463	102.8238	3.827073	0.92	0.2588	6.28	700.7	0.195	527.9617	163
5250	7.8	10.61	191.446	680.563474	1.71	10.552	15.01546	54.04016	113.2908	3.468012	0.92	0.2588	6.28	735.5	0.195	554.1828	163
5500	7.8	10.03	175.887	624.550103	1.66	10.552	15.72999	56.62795	124.9842	3.088442	0.92	0.2588	6.28	770.7	0.195	580.7052	163
5750	7.7	9.47	161.8825	578.470823	1.62	10.552	16.44638	59.20656	135.8828	2.696246	0.92	0.2588	6.28	805.8	0.195	607.1522	163
6000	7.8	9.17	150.9485	536.601813	1.56	10.552	17.15889	61.77171	148.017	2.388957	0.92	0.2588	6.28	840.7	0.195	633.4466	163
6250	7.7	8.76	139.5776	496.1180156	1.51	10.552	17.86869	64.32824	160.5247	2.059236	0.92	0.2588	6.28	875.5	0.195	659.6696	163
6500	7.8	8.49	130.7943	464.963237	1.46	10.552	18.59759	66.95133	173.8829	1.783771	0.92	0.2588	6.28	911.2	0.195	686.6688	163
6750	8.1	8.3	126.4637	449.5690201	1.41	10.552	19.29356	69.46421	187.3895	1.609745	0.92	0.2588	6.28	945.4	0.195	712.3377	163
7000	8.2	8.42	119.9446	426.382783	1.38	10.552	20.02425	72.07104	201.5894	1.379161	0.92	0.2588	6.28	981.1	0.195	739.2469	163
7250	8.4	8.2	113.3496	402.940788	1.31	10.552	20.75385	74.71204	216.5212	1.143891	0.92	0.2588	6.28	1016.8	0.195	766.1456	163
7500	8.4	7.98	104.1125	370.248151	1.24	10.552	21.46316	77.30736	231.9586	0.856029	0.92	0.2588	6.28	1051.6	0.195	792.337	163
7750	8.5	7.8	99.5878	354.02857	1.21	10.552	22.13465	79.68472	246.8137	0.666062	0.92	0.2588	6.28	1086.5	0.195	817.1464	163
8000	8.6	7.63	93.39394	332.001262	1.16	10.552	22.8877	82.99599	263.3604	0.421115	0.92	0.2588	6.28	1121.4	0.195	841.9298	163
8250	8.6	7.42	86.9038	308.9478318	1.11	10.552	23.2327	83.63779	271.3382	0.230612	0.92	0.2588	6.28	1158.3	0.195	857.6835	163
8315	8.7	7.41	86.00935	306.7519468	1.1	10.552	23.996	84.9456	279.9112	0.1358322	0.92	0.2588	6.28	1195.1	0.195	871.10994	163
8500	8.5	7.12	79.64801	283.1028209	1.06	10.552	24.31647	87.23831	297.2656	-0.068889	0.92	0.2588	6.28	1191.4	0.195	897.6932	163
8750	8.4	6.85	72.0001	259.1396717	1.01	10.552	25.0247	90.08892	314.8337	-0.28395	0.92	0.2588	6.28	1236.1	0.195	922.8839	163
9000	8.1	6.4	64.81149	230.467426	0.96	10.552	25.71722	92.66897	333.3759	-0.63073	0.92	0.2588	6.28	1261.5	0.195	950.512	163
9250	7.5	5.79	53.59743	197.645895	0.87	10.552	26.46386	95.28698	352.0801	-0.94788	0.92	0.2588	6.28	1296.2	0.195	976.9599	163
9750	6.2	4.54	39.28292	139.645853	0.82	10.552	27.8814	100.38295	390.8931	-1.54139	0.92	0.2588	6.28	1366.2	0.195	1029.401	163
1000	2.8	2.01	17.39181	61.25358689	0.82	10.552	28.66666	102.984	411.4126	-2.14471	0.92	0.2588	6.28	1401.6	0.195	1056.074	163

Pelumas 3

HP	Trst engine	Trst roda	FT roda	IT	ig	v (m/s)	R	a (m/s <sup>2</sup> )	E	Transmis	Roda	2 pi	rpm/coler	R/coler	rpm/roda	m Total	
750	2.3	23.76	651.8604	2317.2779	2.6	10.532	2.15897	7.772291	2.343347	14.20005	0.92	0.2588	6.28	106.78	0.195	79.70286	163
1000	4.6	32.34	839.9542	3057.0243	2.52	10.532	2.88842	4.249354	18.7292	14.93542	0.92	0.2588	6.28	143.52	0.195	106.9321	163
1211	5.9	33.48	890.288	3164.7838	2.52	10.532	3.490772	12.5866	6.125958	19.37828	0.92	0.2588	6.28	117.03	0.195	128.6673	163
1250	6	33.41	881.3358	3133.1041	2.5	10.532	3.392598	12.93325	6.688637	19.18169	0.92	0.2588	6.28	116.92	0.195	132.6271	163
1500	6.6	30.86	797.8051	2858.0922	2.46	10.532	4.316715	15.54017	9.386071	17.24187	0.92	0.2588	6.28	211.5	0.195	159.3656	163
1750	6.6	26.32	658.2169	2359.8745	2.37	10.532	5.026371	18.09493	12.70143	14.27714	0.92	0.2588	6.28	246.27	0.195	185.5389	163
2000	7.1	25.09	627.1617	2211.7033	2.35	10.532	5.666294	20.72867	16.66104	13.66651	0.92	0.2588	6.28	282.05	0.195	212.5259	163
2250	7.6	23.97	581.7423	2068.0175	2.2	10.532	6.252344	23.27867	21.02106	12.55826	0.92	0.2588	6.28	316.82	0.195	238.7168	163
2500	7.9	22.29	522.1531	1856.1855	2.22	10.532	7.290655	28.46901	31.44006	10.24161	0.92	0.2588	6.28	387.46	0.195	291.9424	163
3000	8.2	20.61	478.4488	1501.8226	2.15	10.532	8.623831	31.04581	37.38003	9.290122	0.92	0.2588	6.28	427.53	0.195	318.3669	163
3250	8.3	18.06	402.1008	1429.4157	2.11	10.532	9.347327	33.65054	43.92668	8.498936	0.92	0.2588	6.28	457.98	0.195	321.5677	163
3500	8.2	16.62	359.5172	1278.0364	2.05	10.532	10.05294	36.12412	50.8732	7.538655	0.92	0.2588	6.28	492.87	0.195	321.5677	163
3750	8.1	15.27	322.2581	1145.3851	2	10.532	10.7072	38.70278	58.28498	6.670533	0.92	0.2588	6.28	527.55	0.195	337.4971	163
4000	8.1	14.34	295.0656	1048.9194	1.95	10.532	11.52515	41.19043	68.77813	6.025406	0.92	0.2588	6.28	564.68	0.195	425.4797	163
4250	8.2	13.58	272.2627	967.85814	1.9	10.532	12.94407	46.39384	84.23233	5.498974	0.92	0.2588	6.28	589.71	0.195	444.3333	163
4500	8.2	12.86	251.0426	892.4238	1.85	10.532	14.94683	54.95825	98.69704	4.958225	0.92	0.2588	6.28	634.2	0.195	477.8535	163
4750	8	11.95	228.9735	806.86104	1.8	10.532	13.65184	49.14683	93.69704	4.375239	0.92	0.2588	6.28	668.88	0.195	503.9881	163
5000	8	11.38	210.7868	749.31921	1.76	10.532	14.37383	51.27654	103.9332	3.989423	0.92	0.2588	6.28	704.47	0.195	530.8024	163
5250	7.9	10.72	193.6132	688.2626	1.71	10.532	15.08728	54.24349	114.4366	3.520405	0.92	0.2588	6.28	729.21	0.195	556.8782	163
5500	7.9	10.18	178.3101	633.8904	1.66	10.532	15.71535	56.97979	124.1651	3.1127149	0.92	0.2588	6.28	765.95	0.195	580.1702	163
5750	7.7	9.49	162.2243	576.88821	1.62	10.532	16.53693	59.49499	137.3091	2.695565	0.92	0.2588	6.28	809.72	0.195	610.7059	163
6000	7.8	9.21	151.6069	538.94267	1.56	10.532	17.25716	62.10632	149.627	2.388439	0.92	0.2588	6.28	845.26	0.195	636.8845	163
6250	7.9	8.93	142.2863	505.80932	1.51	10.532	17.95958	64.65447	162.157	2.108226	0.92	0.2588	6.28	879.94	0.195	663.0151	163
6500	7.9	8.59	132.3369	470.4013	1.46	10.532	18.6729	67.22246	175.2841	1.810712	0.92	0.2588	6.28	914.99	0.195	689.3491	163
6750	8.2	8.67	128.935	448.5604	1.41	10.532	19.40071	69.84261	189.2254	1.652382	0.92	0.2588	6.28	950.55	0.195	716.2181	163
7000	8.5	8.62	122.7936	426.5152	1.35	10.532	20.11197	72.4317	203.5117	1.425469	0.92	0.2588	6.28	986.78	0.195	742.7391	163
7250	8.6	8.41	116.2324	413.26215	1.31	10.532	20.80371	74.93935	217.583	1.260466	0.92	0.2588	6.28	1012.29	0.195	768.0122	163
7500	8.6	8.12	106.246	377.65049	1.24	10.532	21.40048	77.0705	230.4168	0.990319	0.92	0.2588	6.28	1036.92	0.195	790.3177	163
7750	8.7	7.97	101.7603	361.74458	1.21	10.532	22.27798	80.17534	243.374	0.68942	0.92	0.2588	6.28	1099.18	0.195	822.1797	163
8000	8.8	7.79	95.3209	338.96416	1.16	10.532	22.98628	82.78379	265.7142	0.449386	0.92	0.2588	6.28	1126.4	0.195	848.7172	163
8250	8.8	7.57	88.6629	315.19346	1.11	10.532	23.66478	85.19322	281.5454	0.20643	0.92	0.2588	6.28	1159.47	0.195	873.6487	163
8500	8.8	7.29	81.98258	292.8623	1.06	10.532	24.42489	87.39861	299.9714	0.068202	0.92	0.2588	6.28	1161.37	0.195	875.0663	163
8750	8.7	6.93	73.85861	262.5056	1.01	10.532	25.13267	90.07761	317.5564	0.33146	0.92	0.2588	6.28	1231.39	0.195	921.7895	163
9000	8.2	6.47	65.54058	222.88816	0.96	10.532	25.88069	93.0085	334.2202	0.63333	0.92	0.2588	6.28	1267.06	0.195	950.7013	163
9250	7.7	5.93	56.94176	202.42047	0.91	10.532	26.57033	95.65233	354.9207	0.93358	0.92	0.2588	6.28	1303.82	0.195	980.8922	163
9500	6.5	4.75	41.10004	146.10524	0.82	10.532	28.02109	100.8739	384.7422	1.52538	0.92	0.2588	6.28	1372.91	0.195	1024.457	163
1000	3.1	2.19	18.94928	67.362207	0.82	10.532	28.72422	103.4792	415.3789	2.13907	0.92	0.2588	6.28	1408.34	0.195	1061.153	163

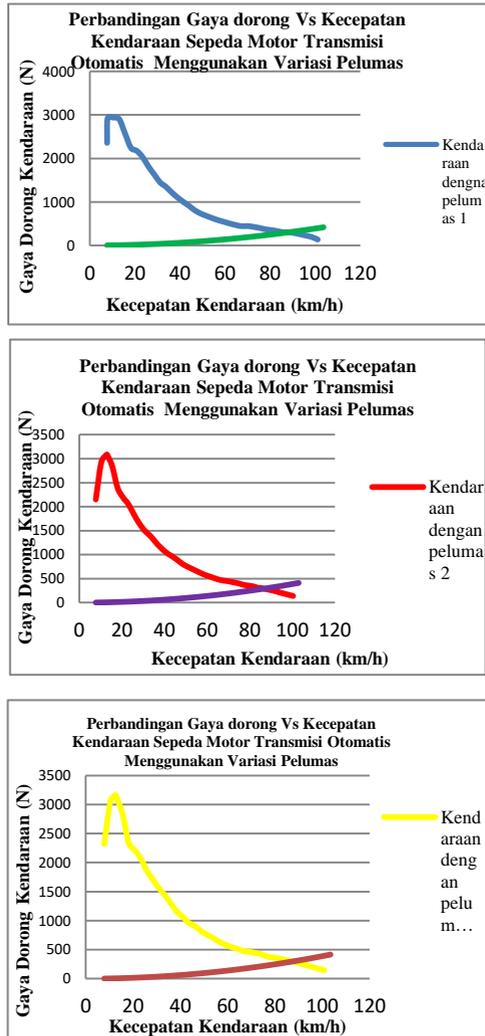
### Lampiran A.3 Hasil Pengujian Dynotest

RPM engine	HP	Torsi engine
750	2.6	24.16
1000	4.4	30.9
1037	4.6	31.08
1250	5.3	30.96
1500	5.9	27.92
1750	6.3	25.24
2000	7	24.67
2250	7.3	23.37
2500	7.7	21.77
2750	7.7	19.77
3000	7.6	17.96
3250	7.8	17.04
3500	7.8	15.87
3750	7.8	14.68
4000	7.7	13.68
4250	7.6	12.73
4500	7.4	11.6
4750	7.2	10.79
5000	7.2	10.25
5250	7.2	9.76
5500	7.2	9.31
5750	7.2	8.88
6000	7.2	8.56
6250	7.3	8.26
6500	7.4	8.1
6750	7.8	8.43
7000	8.3	8.43
7250	8.3	8.2
7500	8.4	8
7750	8.4	7.79
8000	8.6	7.63
8250	8.5	7.56
8318	8.7	7.42
8500	8.5	7.13
8750	8	6.77
9000	7.4	6.29
9250	6.7	5.67
9750	6.1	4.44
1000	0.7	0.47

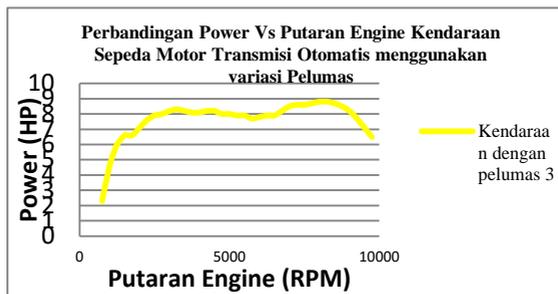
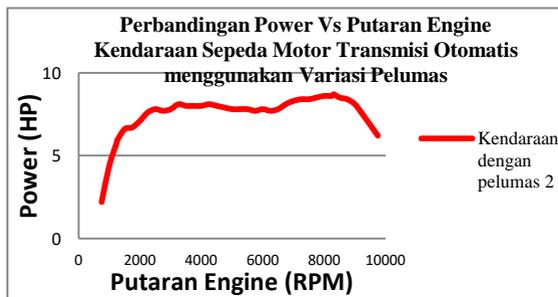
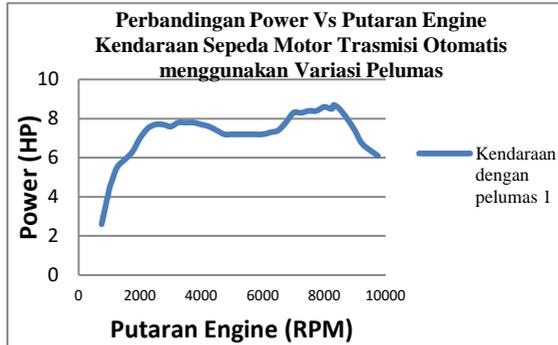
RPM engine	HP	Torsi engine
750	2.2	22.05
1000	4.4	30.97
1245	5.8	32.04
1250	5.9	32.64
1500	6.6	30.97
1750	6.7	26.87
2000	7.1	24.86
2250	7.6	23.7
2500	7.8	22
2750	7.7	19.9
3000	7.8	18.49
3250	8.1	17.33
3500	8	16.23
3750	8	15.08
4000	8	14.12
4250	8.1	13.46
4500	8	12.67
4750	7.9	11.76
5000	7.8	11.12
5250	7.8	10.61
5500	7.8	10.03
5750	7.7	9.47
6000	7.8	9.17
6250	7.7	8.76
6500	7.8	8.49
6750	8.1	8.5
7000	8.3	8.42
7250	8.4	8.2
7500	8.4	7.96
7750	8.5	7.8
8000	8.6	7.63
8250	8.6	7.42
8315	8.7	7.41
8500	8.5	7.12
8750	8.4	6.83
9000	8.1	6.4
9250	7.5	5.79
9750	6.2	4.54
1000	2.8	2.01

RPM engine	HP	Torsi engine
750	2.3	23.76
1000	4.6	32.34
1221	5.9	33.48
1250	6	33.41
1500	6.6	30.86
1750	6.6	26.32
2000	7.1	25.09
2250	7.6	23.97
2500	7.9	22.29
2750	8	20.61
3000	8.2	19.24
3250	8.3	18.06
3500	8.2	16.62
3750	8.1	15.27
4000	8.1	14.34
4250	8.2	13.58
4500	8.2	12.86
4750	8	11.95
5000	8	11.35
5250	7.9	10.73
5500	7.9	10.18
5750	7.7	9.49
6000	7.8	9.21
6250	7.9	8.93
6500	7.9	8.59
6750	8.2	8.67
7000	8.5	8.62
7250	8.6	8.41
7500	8.6	8.12
7750	8.7	7.97
8000	8.8	7.79
8250	8.8	7.57
8271	8.8	7.58
8500	8.7	7.29
8750	8.5	6.93
9000	8.2	6.47
9250	7.7	5.93
9750	6.5	4.73
1000	3.1	2.19

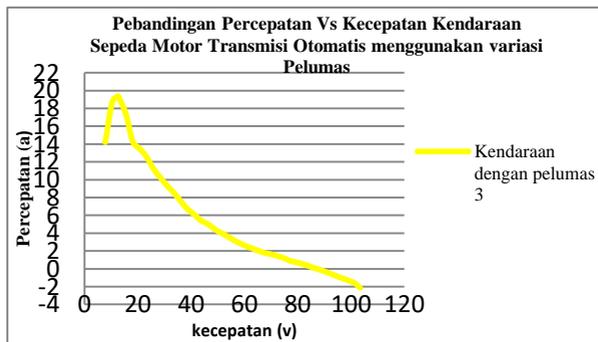
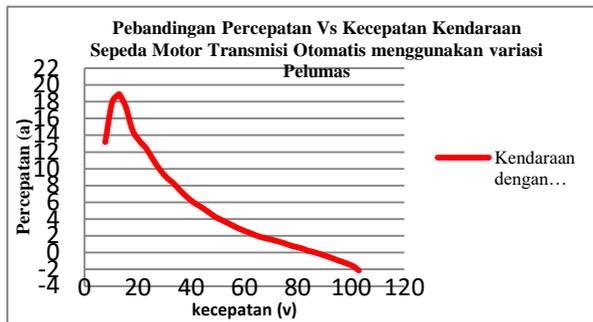
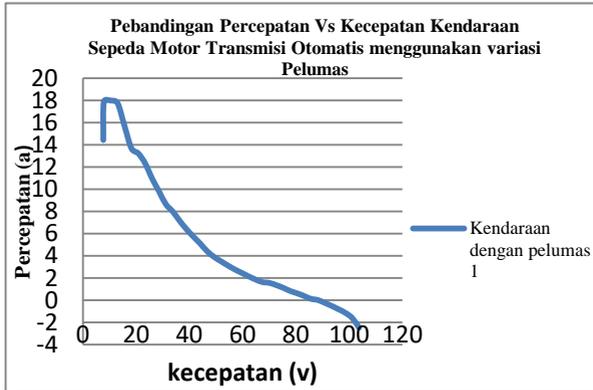
## Lampiran A.4 Tabel Pengujian Dynotest



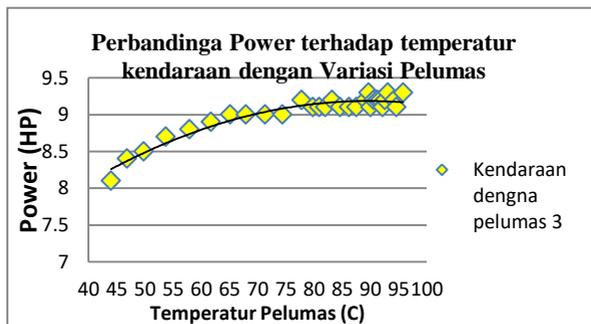
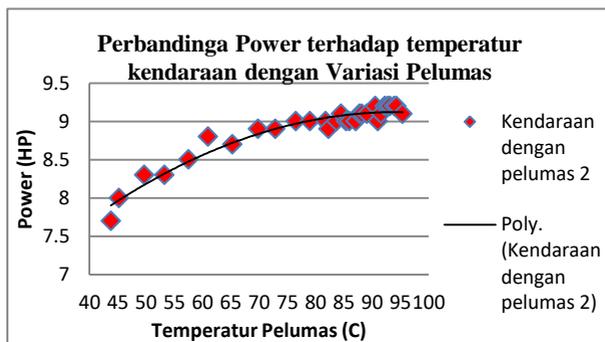
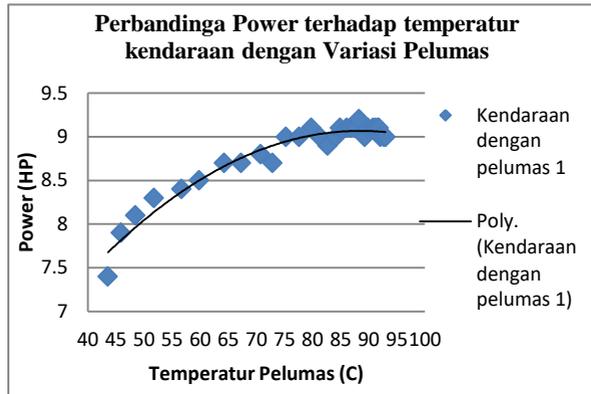
Gambar B.I Perbandingan Gaya dorong kendaraan terhadap kecepatan kendaraan menggunakan variasi peluma



Gambar B.I Perbandingan Gaya Daya rata-rata kendaraan menggunakan variasi pelumas



Gambar B.I Perbandingan nilai percepatan menggunakan variasi pelumas

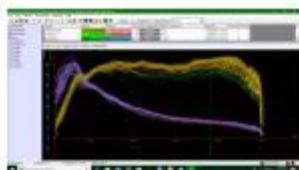


Gambar B.I Perbandingan pengaruh temperatur terhadap power

### Lampiran A.5 Tabel Pengujian Temperature Dynotest

Pelumas 1 Temperatur Awal pelumas : 40 °C			Pelumas 2 Temperatur Awal pelumas : 40 °C			Pelumas 3 Temperatur Awal pelumas : 40 °C		
Pengujian	Temperatur Oli (°C)	Power	Pengujian	Temperatur Oli (°C)	Power (HP)	Pengujian	Temperatur Pelumas	Power
1	43.6	7.4	1	43.8	7.7	1	41.3	8.1
2	45.9	7.9	2	45.2	8	2	43.8	8.4
3	48.5	8.1	3	49.7	8.3	3	47.2	8.5
4	51.8	8.3	4	53.3	8.3	4	53.7	8.7
5	56.7	8.4	5	57.5	8.5	5	57.9	8.8
6	59.8	8.5	6	61	8.8	6	61.7	8.9
7	64.3	8.7	7	65.3	8.7	7	65.1	9
8	67.3	8.7	8	69.8	8.9	8	67.9	9
9	70.8	8.8	9	72.9	8.9	9	71.3	9
10	72.9	8.7	10	76.5	9	10	74.4	9
11	75.3	9	11	79	9	11	77.8	9.2
12	77.6	9	12	81.8	9	12	79.8	9.1
13	79.8	9.1	13	82.3	8.9	13	80.9	9.1
14	81.3	9	14	83.7	9	14	82	9.1
15	82.7	8.9	15	84.5	9.1	15	83.2	9.2
16	84.2	9	16	85.4	9	16	84.6	9.1
17	84.9	9.1	17	86	9	17	86.2	9.1
18	86.1	9.1	18	87.1	9	18	87.5	9.1
19	86.8	9.1	19	87.8	9.1	19	89.1	9.2
20	87.6	9.1	20	88.2	9.1	20	89.7	9.3
21	88.3	9.2	21	89.1	9.1	21	90	9.1
22	89.3	9	22	90.6	9.2	22	90.6	9.2
23	89.9	9.1	23	91	9	23	91.2	9.2
24	90.8	9.1	24	91.6	9.1	24	91.7	9.2
25	91.2	9.1	25	92.3	9.2	25	92.2	9.1
26	91.6	9.1	26	92.8	9.2	26	92.6	9.2
27	91.8	9.1	27	93.2	9.2	27	93.1	9.3
28	92.1	9	28	93.9	9.2	28	94.2	9.2
29	92.7	9	29	94.3	9.2	29	94.6	9.1
30	93	9	30	95.4	9.1	30	95.8	9.3

## Lampiran A.6 Gambar Pengujian



Gambar A.5.1 Tampilan Data Hasil Dynotest Pelumas 1



Gambar A.5.2 Proses Pengantian



Gambar A.5.3 Proses Pengantian Pelumas 2



Gambar A.5.4 Proses Pengantian Pelumas 3



Gambar A.5.5 Proses Pengujian Dynotest



Gambar A.5.6 Proses Setting

## BIODATA PENULIS



**Azmi** – Lahir di Kota Pasuruan pada tanggal 7 Juli 1993, anak sulung dari tiga bersaudara pasangan bapak Ali Ibrahim Bamazru dan Ibu Zainah Muhammad Altway. Riwayat pendidikan penulis diawali dari SDN Kebonagung Pasuruan pendidikan di SMP Negeri 1 Kota Pasuruan. Kemudian SMA Negeri 4 Kota pasuruan pada . Penulis melanjutkan pendidikan Diploma

III Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2011-2014. Setelah menempuh pendidikan penulis berkerja dan berwirausaha dan pada 2016 penulis kembali menempuh pendidikan S1 Teknik Mesin Lintas Jalur Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif bidang kegiatan akademik dan kemahasiswaan. Menjadi Asisten Laboratorium Perautan 2012-2014, Staff Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa DIII Teknik Mesin periode 2012-2014, Anggota Komisi Pemilihan Umum ITS 2013, Anggota Komisi Pengawas Pemilu ITS 2014, Penulis mengikuti perlombaan Kewirausahaan ITS 2014. Untuk informasi dan saran dapat menghubungi penulis melalui email: Azmi.Bmz3@gmail.com