



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TM141585

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH TEMPERATUR DAN VISKOSITAS PELUMAS TERHADAP PERFORMA KENDARAAN TRANSMISI MANUAL (HONDA SONIC 150R)

LADRIAN ROHMI ABDI SYAHDANNI

NRP. 021116 45 000027

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., Ph.D

JURUSAN TEKNIK MESIN

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TM141585

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH TEMPERATUR
DAN VISKOSITAS PELUMAS TERHADAP
PERFORMA KENDARAAN TRANSMISI MANUAL
(HONDA SONIC 150R)**

LADRIAN ROHMI ABDI SYAHDANNI

NRP. 021116 45 000027

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., Ph.D

JURUSAN TEKNIK MESIN

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TM141585

***EFFECT OF TEMPERATURE AND
VISCOSITY ENGINE OIL ON THE
PERFORMANCE MANUAL TRANSMISSION
VEHICLE (HONDA SONIC 150R)***

LADRIAN ROHMI ABDI SYAHDANNI

NRP. 021116 45 000027

Advisor

Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., Ph.D

DEPARTEMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018

**STUDI EKSPERIMEN PENGUAH TEMPERATUR DAN
VISKOSITAS PELUMAS TERHADAP PERFORMA
KENDARAAN TRANSMISI MANUAL (HONDA SONIC
150R)**

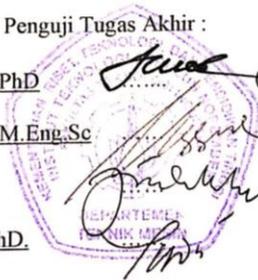
TUGAS AKHIR

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 :

LADRIAN ROHMI ABDI SYAHDANNI
NRP. 021116 45 000027

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc.PhD
NIP. 195106051978031002 (Pembimbing)
 2. Dr. Eng Unggul Wasiwitono, ST, M.Eng.,Sc
NIP. 197805102001121001 (Penguji I)
 3. Ir. Julendra B. Ariatedja, MT
NIP. 196807061999031004 (Penguji II)
 4. Achmad Syaifudin, ST, M.Eng, PhD.
NIP. 197909262005011001 (Penguji III)
- 

SURABAYA

JULI, 2018

Studi Eksperimen Pengaruh Temperatur dan Viskositas Pelumas Terhadap Performa Kendaraan Transmisi Manual (Honda Sonic 150R)

Nama : Ladrian Rohmi Abdi Syahdanni
NRP : 0211164500027
Jurusan / Fakultas : Teknik Mesin / Fakultas Teknologi
Industri
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc. PhD

Uraian Singkat

Perkembangan dunia otomotif khususnya sepeda motor terus dikembangkan untuk mendapatkan kenyamanan dalam pengendalian. Produsen otomotif khususnya roda dua (sepeda motor) telah memproduksi kendaraan berkapasitas besar. Para produsen berlomba-lomba untuk menciptakan kendaraan dengan performa dan akselerasi yang baik. Akselerasi dan performa yang baik salah satunya dipengaruhi oleh pelumas. Dengan banyaknya variasi jenis pelumas dijual di pasaran memiliki nilai viskositas berbeda dan bahan pembuatan pelumas yang berbeda mengindikasikan bahwa pemilihan pelumas yang sesuai dapat memperbaiki performa dari kendaraan standart.

Pelaksanaan eksperimen ini dilakukan menggunakan alat chassis dynamometer atau yang dikenal sebagai dynotest. Pengujian dilakukan pada Honda Sonic 150R di running full throttle hingga kemampuan maksimum (ISO 1585) dengan variasi pelumas. Dimana tiap pelumas dilakukan sebanyak 30 kali running dynotest secara nonstop. Pada baut drain pelumas terdapat termometer untuk mengetahui perubahan temperatur pelumas saat temperatur pelumas start hingga finish dynotest. Untuk mendapatkan nilai power engine, torsi engine dan rpm engine dari software Sportdyno yang sudah terhubung dengan alat dynotest. Variasi penelitian terletak pada variasi pelumas dengan SAE10W30.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa setiap variasi jenis pelumas memiliki performa dan viskositas kinematik yang berbeda. Semakin rendah viskositas kinematik pelumas akan menghasilkan performa yang lebih tinggi pada Honda Sonic 150R. Pelumas semi sintetis (Oli 1) pada rpm engine rendah mampu menghasilkan performa yang paling tinggi. Pelumas sintetis (Oli 3) menghasilkan performa paling tinggi pada rpm engine tinggi. Nilai viskositas kinematik pelumas sintetis (Oli 2 dan Oli 3) lebih tinggi dibanding pelumas semi sintetis (Oli 1). Semakin tinggi temperatur pelumas menyebabkan penurunan viskositas kinematik pelumas. Pelumas sintetis (Oli 2 dan Oli 3) memiliki karakteristik viskositas yang lebih baik karena memiliki presentase angka penurunan viskositas kinematik terhadap temperatur yang lebih rendah dibanding pelumas semi sintetis (Oli 1).

Kata kunci: Gaya Dorong, Kecepatan, Pelumasan, Power, Temperatur, Torsi , Viskositas.

***Effect of Temperature and Viscosity Engine Oil on the
Performance Manual Transmission Vehicle (Honda Sonic
150R)***

Student Name : Ladrian Rohmi Abdi Syahdanni
NRP : 0211164500027
Department : Mechanical Engineering FTI-ITS
Advisor : Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc. PhD

ABSTRACT

Development of automotive world especially in motorcycle continues developed to get comfort in control. Automotive manufacturers mainly two wheel (motorcycles) has been producing a large capacity vehicles. The producers are competing to create vehicles with good performance and acceleration. Acceleration and good performance which one is influenced by lubricant. With different types of lubricants on market that have different viscosity grades and different base oil lubricants indicate that the selection of suitable lubricants can improve the performance of standard vehicles.

The experiment was conducted using a chassis dynamometer device known as a dynotest. The experiment at Honda Sonic 150R vehicle is running full throttle to maximum ability (ISO 1585) with variation of lubricant. Where each lubricant performed 30 times nonstop running dynotest. On drain bolt engine oil contain a thermometer to determine the change of engine oil temperature when starts to finish the dynotest. To get the value of engine power, engine torque and engine rpm from Sportdyno software that is connected to the dynotest kit. The variation of the research is the variation of lubricants with SAE10W30.

In this research found that each variation of lubricant has different performance and kinematic viscosity. The lower kinematic viscosity of lubricant resulting higher performance on Honda Sonic 150R. Semi-synthetic oil (Oli 1) at low engine rpm is capable of producing the highest performance. Synthetic oil

(Oli 3) produce the highest performance at high engine rpm. Kinematic viscosity of synthetic oil (Oil 2 and Oil 3) is higher than semi-synthetic oil (Oil 1). Higher oil temperature causes a decrease in kinematic viscosity of oil. Synthetic oil (Oli 2 and Oli 3) have a better viscosity characteristics because percentage of decrease in kinematic viscosity to temperatures more lower than semi-synthetic oil (Oil 1).

Key words: Lubrication, Power, Speed, Temperature, Toque, Thrust Force, Viscosity.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Eksperimen Pengaruh Temperatur dan Viskositas Pelumas Terhadap Performa pada Kendaraan Transmisi Manual (Honda Sonic 150R)”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan akademis dalam menempuh pendidikan Program Studi Sarjana S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis berusaha menerapkan ilmu yang didapat selama menjalani perkuliahan di S1 Teknik Mesin. Kiranya penulis tidak akan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini tanpa bantuan, saran, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc.PhD. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan serta arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dosen Penguji yang memberikan saran serta masukan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini serta segenap Dosen dan karyawan Teknik Mesin ITS yang memberikan ilmu kepada penulis.
3. Ir. Arino Anzip, MEng.Sc yang memberikan saran guna menyempurnakan Tugas Akhir ini
4. Keluarga penulis, terutama orang tua, Bapak Suhari dan Ibu Sulasmi, Mbah Kanen dan Mbah Uti Manis, juga adik Hasbilal Farelli F. yang selalu mendoa'kan dan memberikan dukungan kepada penulis.
5. Pemerintah Kota Surabaya, melalui Dinas sosial dan Dinas Pendidikan, yang telah memberikan bantuan berupa beasiswa yang sangat bermanfaat bagi penulis.

6. Teman-teman Long Drain Interval Comunity, khususnya bu dosen Panda, yang telah memberikan secerah motivasi, saran, dan dukungan konsep dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Mas Mad S.T. , Iquteche Racing, atas bantuan peralatan, dukungan konsep dan support pengerjaan tugas akhir ini.
8. Teman-teman the Last LJ mesin 2016, teman-teman LJ mesin 2014 dan 2015, Gus Nico, Gus Akbar Al-Amin, GEC comunity (Gustri, Doni, Putra, Rere, Krisna), dan Andre Tri M. A.md
9. Rekan Seperjuangan Tugas Akhir, yang berjuang untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dan kabinet kontrakan komting atas keramahan hati dan supportnya.
10. Serta semua keluarga dan pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan tugas akhir ini masih belum sempurna. Akhir kata penulis berdoa agar segala bantuan yang diberikan mendapat balasan dan rahmat dari Allah SWT. Dan semoga hasil dari laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat sebagaimana yang diharapkan. Amin.

Surabaya, 11 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat.....	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Transmisi Kendaraan	5
2.2 Transmisi Manual	6
2.2.1 Pengertian Transmisi Manual.....	6
2.2.2 Cara Kerja Transmisi Manual	7
2.2.3 Final Drive (Penggerak Akhir).....	8
2.3 Kopling Pada Kendaraan	8
2.3.1 Kopling Pada Honda Sonic 150R.....	9
2.3.2 Mekanisme Kerja Kopling pada Kendaraan	11
2.4 Gaya Dorong Kendaraan.....	12
2.5 Gaya Hambat pada Kendaraan	14
2.6 Aerodynamic Resistance	14

2.7 Rolling Resistance.....	15
2.8 Grade Resistance	17
2.9 Penelitian Terdahulu	17
2.10 Chassis Dynamometer.....	22
2.11 Karakteristik Pelumas.....	25
2.11.1 Viskositas Pelumas dan Unit Viskositas.....	25
2.11.2 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Viskositas.....	29
2.11.3 Pengukuran Viskositas.....	30
2.11.4 Index Viskositas	31
2.12 Klasifikasi Pelumas.....	33
2.12.1 SAE (<i>Society of Automotive Engineer</i>).....	33
2.12.2 API (<i>American Petroleum Institute</i>).....	35
2.12.3 JASO (<i>Japanese Automotive Standarts Organization</i>).....	37
2.13 Macam-macam Cara Kerja Viskometer.....	38
2.14 Pelumasan.....	39
2.14.1 Penggunaan Minyak Pelumas pada Motor Bensin.....	39
2.14.2 Beberapa Sifat Penting Minyak Pelumas.....	41
2.14.3 Cara-cara Pelumasan.....	42
2.14.4 Tipe Pelumasan.....	44
2.14.4.1 Pelumasan Hidrostatik.....	44
2.14.4.2 Pelumasan Hidrodinamik	45
2.14.4.3 Pelumasan Bidang Batas (<i>Boundary Lubrication</i>).....	45
2.14.5 Perbedaan Kategori Base Pelumas dan Jenis- jenis Minyak Pelumas.....	46
2.14.5.1 Kategori Base Pelumas	46
2.14.5.2 Jenis-jenis Minyak Pelumas.....	48
2.15 Parameter Utama Analisa Pelumas.....	50
2.15.1 Viskositas	50

2.15.2 Kontaminan Air.....	51
2.15.3 Kontaminasi Garam.....	52
2.15.4 Polutan Padat Terlarut.....	53
2.15.5 <i>Total Base Number</i>	53
2.15.6 <i>Total Acid Number</i>	55
2.16 Kinerja Mesin Kendaraan.....	57

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	59
3.2 Peralatan yang Digunakan.....	60
3.3 Pelaksanaan Percobaan.....	63
3.4 Spesifikasi Kendaraan.....	64
3.5 Skema Pengujian Dynotest.....	64
3.6 Prosedur Pengujian Pelumas.....	67
3.7 Prosedur Pengujian Kendaraan.....	69
3.8 Prosedur Perhitungan.....	72

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian.....	75
4.1.1 Data Hasil Pengujian Viksositas Kinematik Pelumas.....	75
4.1.2 Data Hasil Pengujian Kendaraan (<i>Chassis Dynamometer</i>).....	76
4.1.3 Data Hasil Dynotest Temperatur Pelumas Terhadap Performa Maksimum Engine.....	78
4.1.4 Data Hasil Pengukuran Luas Frontal.....	82
4.2 Analisa Data dan Pembahasan.....	83
4.2.1 Grafik Torsi dengan Rpm Engine Pelumas.....	83
4.2.2 Grafik Power dengan Rpm Engine Pelumas.....	86

4.3	Perhitungan Hasil Pengujian Dynotest.....	89
4.4	Analisa Perbandingan Performa Pelumas Terhadap Kendaraan.....	89
4.4.1	Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 1.....	90
4.4.2	Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 2.....	91
4.4.3	Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 3.....	93
4.4.4	Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 4.....	94
4.4.5	Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 5.....	96
4.4.6	Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 6.....	97
4.4.7	Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada setiap gigi transmisi kendaraan.....	99
4.4.8	Pengaruh Temperatur Pelumas Terhadap Pengujian Dynotest.....	101
4.4.9	Perbandingan Torsi Engine Maksimal Terhadap Temperatur Pelumas.....	102
4.4.10	Perbandingan Power Engine Maksimal Terhadap Temperatur Pelumas.....	104
4.4.11	Perbandingan Perubahan Viskositas Kinematik Pelumas Terhadap Temperatur.....	105
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	107
5.2	Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA.....		
LAMPIRAN		
BIODATA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gaya Dorong yang Dibutuhkan Kendaraan.....	5
Gambar 2.2. Konstruksi Transmisi Manual.....	6
Gambar 2.3. Gaya Dorong Pada Tingkatan Transmisi.....	7
Gambar 2.4. Final drive jenis rantai dan sproket.....	8
Gambar 2.5. Konstruksi Kopling pada kendaraan.....	9
Gambar 2.6. Susunan piringan dan kampas kopling pada tipe multiplate clutch.....	10
Gambar 2.7 Mekanisme Kopling.....	11
Gambar 2.8 FBD Gaya Dorong ,Kecepatan, Percepatan.....	12
Gambar 2.9 Pengaruh Tekanan Ban pada <i>fs</i> dan <i>fo</i>	16
Gambar 2.10 FBD Kendaraan Saat Menanajak.....	17
Gambar 2.11 Grafik perbandingan torsi dengan kecepatan putar mesin (<i>rpm</i>).....	18
Gambar 2.12 Grafik perbandingan daya dengan kecepatan putar mesin (<i>rpm</i>).....	19
Gambar 2.13 Grafik hubungan antara viskositas dengan temperatur	20
Gambar 2.14 Grafik Gaya Dorong Beserta Gaya Hambat Setiap Variasi Pegas PadaTingkat Transmisi Ke-empat.....	21
Gambar 2.15 <i>SP-1 V4 Inertia Electronic Kit</i>	23
Gambar 2.16 Kabel Pengukur Rpm Engine.....	24
Gambar 2.17 Sensor Kecepatan Roller dynotest.....	24
Gambar 2.18 Teori viskositas pada suatu fluida.....	25
Gambar 2.19 Grafik Perubahan <i>viskositas</i> kinematik akibat kenaikan suhu dari suatu minyak pelumas.....	29
Gambar 2.20 Grafik untuk mencari Nilai Viskositas Index.....	33
Gambar 2.21 <i>Equivalent Viscosity Charts</i>	34
Gambar 2.22 Sistem Pelumasan pada Sepeda Motor.....	40
Gambar 2.23 Cara pelumasan : Sumbu, Percik dan Cincin.....	43
Gambar 2.24 Hubungan antara <i>coefficient of friction</i> dan region pelumasan.....	46

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	59
Gambar 3.2 Honda Sonic 150R.....	60
Gambar 3.3 Alat <i>Dynotest</i>	61
Gambar 3.4 Skema <i>Dynotest</i>	62
Gambar 3.5 Display Software <i>Dynotest</i>	62
Gambar 3.6 Viskometer.....	63
Gambar 3.7 <i>Set Up</i> Kendaraan pada <i>Dynotest</i>	65
Gambar 3.8 Skema pengujian pengukuran torsi <i>engine</i> , power <i>engine</i> , putaran <i>engine</i> dan viskositas terhadap temperatur pelumas.....	66
Gambar 3.9 Diagram Alir Pengujian Pelumas.....	67
Gambar 3.10 Pengukuran Temperatur Pelumas.....	68
Gambar 3.11 Diagram Alir Pengujian Kendaraan.....	69
Gambar 3.12 Posisi Kendaraan pada <i>Dynotest</i>	70
Gambar 3.13 Proses Running <i>Dynotest</i>	71
Gambar 3.14 Display Hasil <i>Dynotest</i>	71
Gambar 3.15 Diagram Alir Perhitungan.....	72
Gambar 4.1 Hasil <i>average</i> pengujian kendaraan dengan pelumas Oli 1.....	76
Gambar 4.2 Hasil <i>average</i> pengujian kendaraan dengan pelumas Oli 2.....	77
Gambar 4.3 Hasil <i>average</i> pengujian kendaraan dengan pelumas Oli 3.	77
Gambar 4.4 Hasil Pengujian 30x <i>running dynotest</i> kendaraan dengan pelumas Oli 1.....	78
Gambar 4.5 Hasil Pengujian 30x <i>running dynotest</i> kendaraan dengan pelumas Oli 2.....	80
Gambar 4.6 Hasil Pengujian 30x <i>running dynotest</i> kendaraan dengan pelumas Oli 3.....	80
Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Luas Frontal Kendaraan dan pengendara pada software <i>Solidwork 2014</i>	83
Gambar 4.8 Grafik pengaruh <i>average</i> torsi engine dengan putaran engine Honda Sonic 150R terhadap variasi tiga jenis pelumas.....	84

Gambar 4.9 Grafik pengaruh average power engine dengan putaran engine Honda Sonic 150R terhadap variasi tiga jenis pelumas.....	88
Gambar 4.10 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada gigi 1.....	90
Gambar 4.11 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada gigi 2.....	91
Gambar 4.12 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada gigi 3.....	93
Gambar 4.13 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada gigi 4.....	94
Gambar 4.14 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada gigi 5.....	96
Gambar 4.15 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada gigi 6.....	97
Gambar 4.16 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada setiap gigi transmisi kendaraan.....	99
Gambar 4.17 Perbandingan pengaruh temperatur pelumas dari tiga variasi jenis pelumas terhadap running dynotest.....	101
Gambar 4.18 Perbandingan nilai torsi maksimal setiap running dynotest terhadap temperatur dari variasi tiga jenis pelumas.....	102
Gambar 4.19 Perbandingan nilai power maksimal setiap running dynotest terhadap temperatur dari variasi tiga jenis pelum.....	104

Gambar 4.20 Perbandingan pengaruh viskositas kinematik pelumas terhadap temperatur pelumas dari tiga variasi jenis pelumas.....106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Koefisien Drag untuk Kendaraan.....	15
Tabel 2.3 Sertifikasi <i>API Gasoline Engine</i>	36
Tabel 2.4 Performance Classification JASO.....	38
Tabel 2.5 <i>American Petroleum Institute Base Stock Categories</i>	46
Tabel 3.1 Spesifikasi Honda Sonic 150R.....	64
Tabel 4.1. Data Spesifikasi Pelumas dan Hasil Uji Viskositas Kinematik.....	75
Tabel 4.2 Hasil pengujian kenaikan temperatur terhadap power dan torsi maksimum pelumas Oli 1.....	79
Tabel 4.3 Hasil pengujian kenaikan temperatur terhadap power dan torsi maksimum pelumas Oli 2.....	81
Tabel 4.4 Hasil pengujian kenaikan temperatur terhadap power dan torsi maksimum pelumas Oli 3.....	82

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia industri dan teknologi otomotif sedang mengalami kemajuan yang sangat pesat. Sepeda motor adalah salah satu produk otomotif yang terus dikembangkan oleh produsen karena merupakan alat transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat khususnya di Indonesia. Berbagai macam teknologi yang dikembangkan meliputi sistem pemasukan bahan bakar, konstruksi mesin, konstruksi rangka, sistem pengereman dan sistem transmisi. Perkembangan tersebut diiringi dengan banyaknya teknologi-teknologi baru dan canggih yang akan menambah persaingan di dunia otomotif.

Sepeda motor merupakan salah satu pilihan alat transportasi. Banyak produsen kendaraan bermotor berlomba – lomba membuat kendaraan bertenaga tinggi untuk dipasarkan. Saat ini motor dengan transmisi manual banyak diminati oleh masyarakat. Kendaraan dengan transmisi manual dinilai mempunyai akselerasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan kendaraan yang menggunakan transmisi otomatis. Salah satu unsur yang berperan agar kendaraan mempunyai akselerasi yang baik adalah pelumas. Pelumasan sangat diperlukan untuk menjaga atau memperkecil keausan, memperkecil timbulnya panas dan pemuaihan, sebagai media pendinginan dan untuk menjaga kebersihan dari geram akibat adanya gesekan antar logam.

Salah satu hal yang perlu diperhatikan tentang pelumas adalah *viskositasnya* (kekentalan), sifat ini dimiliki oleh setiap zat cair. *Viskositas* dari pelumas bervariasi dengan adanya perubahan temperatur, pada kenyataannya suatu *fluida* umumnya akan mengalami penurunan nilai *viskositas* dengan adanya kenaikan temperatur. Pada zat cair, viskositas disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul).

Pelumas dasar mesin saat ini terdiri dari berbagai merek dengan beragam kualitas dan harga. Diketahui bahwa unjuk kerja dan keawetan mesin sangat ditentukan oleh kualitas pelumas. Pelumas berkualitas rendah bila digunakan di dalam mesin akan mudah rusak atau terdekomposisi, sehingga akan berkurang atau bahkan hilang daya lumasnya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terhadap kualitas pelumas. Penelitian kualitas pelumas juga bertujuan memberikan informasi yang akurat dan obyektif tentang kualitas dari beberapa merek oli yang telah beredar di pasaran. Atas dasar itulah tugas akhir ini disusun agar dapat mengetahui pengaruh pelumas terhadap performa pada kendaraan Honda Sonic 150R. Serta memberikan pandangan kepada masyarakat luas apabila berkeinginan memilih pelumas yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, dibuat suatu perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan nilai viskositas kinematik pelumas terhadap performa oleh ketiga jenis pelumas pada Honda Sonic 150R?
2. Bagaimana perbandingan temperatur pelumas terhadap nilai viskositas kinematik oleh ketiga jenis pelumas?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui perbandingan nilai viskositas kinematik pelumas terhadap performa pada Honda Sonic 150R
2. Mengetahui perbandingan temperatur pelumas terhadap nilai viskositas kinematik pelumas.

1.4 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini penulis menggunakan beberapa batasan masalah, diantaranya adalah:

1. Menggunakan minyak pelumas AHM MPX 1 SAE 10W 30, Fastron Techno SAE 10W 30, Lupromax Razer SAE 10W 30. Penelitian yang dilakukan hanya pada viskositas kinematik, torsi, dan daya.
2. Kinerja *engine* tidak dipengaruhi lingkungan.
3. Bahan bakar yang digunakan adalah Pertamina oktan 92 yang ada di pasaran.
4. Motor bensin 4 langkah yang digunakan adalah Honda Sonic 150R dengan kondisi standart pabrik.
5. Massa pengemudi 55 kg.
6. Kondisi ban dalam keadaan bagus dan tekanan ban standar.
7. Parameter yang di uji adalah gaya dorong kendaraan.
8. Dynotest yang digunakan adalah chassis dyno inertia roller.
9. Pengujian dynotest untuk pengukuran power dan torsi engine menggunakan variable load dari 4.000rpm hingga 10.000rpm, dan dilakukan pengulangan sebanyak 30 kali.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai performa kendaraan yang dihasilkan setiap pelumas sebagai acuan untuk pemilihan jenis pelumas.
2. Memperluas pengetahuan ilmiah pada bidang otomotif dan pelumasan.
3. Mengetahui varian pelumas yang sesuai untuk digunakan pada kendaraan Honda Sonic 150R.
4. Sebagai acuan dalam penelitian serta riset berikutnya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

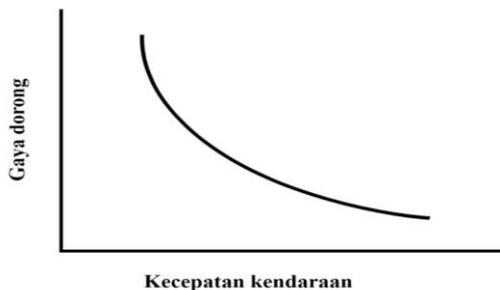
BAB II

DASAR TEORI

2.1 Transmisi Kendaraan

Untuk menggerakkan kendaraan dibutuhkan gaya dorong yang cukup untuk melawan seluruh hambatan yang terjadi pada kendaraan. Gaya dorong dari suatu kendaran terjadi pada roda penggerak kendaraan. Gaya dorong ini ditransformasikan dari torsi mesin kendaraan ke roda penggerak yang terdiri dari kopling, transmisi gigi, gigi diferensial dan poros penggerak.

Berdasarkan kebutuhan gerak dari kendaraan, maka dapat dikatakan bahwa pada kecepatan rendah diperlukan gaya dorong yang besar untuk dapat menghasilkan percepatan yang cukup besar atau untuk dapat menanjak tanjakan yang cukup terjal. Pada kecepatan tinggi dimana percepatan sudah tidak diperlukan lagi, maka gaya dorong yang diperlukan hanya untuk melawan hambatan angin dan hambatan rolling. Dengan kebutuhan seperti diuraikan di atas, secara ideal kebutuhan gaya dorong dapat ditunjukkan seperti gambar 2.1.



Gambar 2.1 Gaya Dorong yang Dibutuhkan Kendaraan [1]

Dengan melihat karakteristik torsi yang dihasilkan baik oleh mesin bensin maupun mesin diesel. Dibutuhkan sistem transmisi sedemikian agar tidak hanya dapat mentransmisikan namun juga mentransformasikan torsi yang dihasilkan mesin untuk menjadi

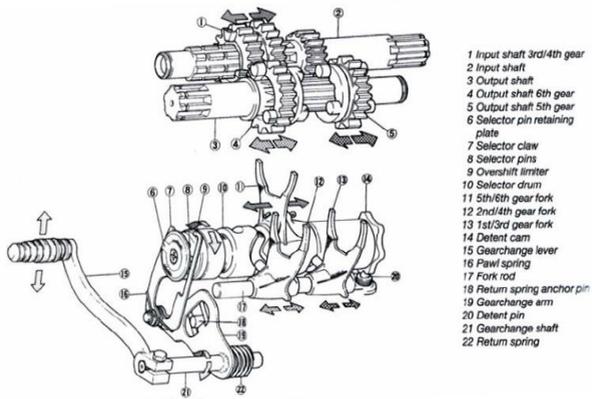
gaya dorong yang diperlukan oleh kendaraan. Gaya dorong pada roda ditransmisikan dari torsi mesin kendaraan.

2.2 Transmisi Manual

2.2.1 Pengertian Transmisi Manual

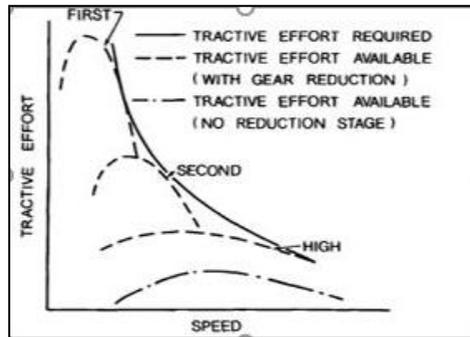
Transmisi manual adalah transmisi kendaraan yang pengoperasiannya dilakukan secara langsung oleh pengemudi. Transmisi manual dan komponen-komponennya merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga dari sebuah kendaraan. Sistem yang berfungsi mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan tenaga dari sumber tenaga (mesin) ke roda kendaraan ditunjukkan pada gambar 2.2 konstruksi transmisi manual.

Komponen utama dari gigi transmisi pada sepeda motor terdiri dari susunan gigi-gigi yang berpasangan yang berbentuk dan menghasilkan perbandingan gigi-gigi tersebut terpasang. Salah satu pasangan gigi tersebut berada pada poros utama (main shaft/counter shaft). Jumlah gigi kecepatan yang terpasang pada transmisi tergantung kepada model dan kegunaan sepeda motor yang bersangkutan. Proses perpindahan gigi dilakukan oleh pengemudi dengan cara menginjak atau menekan tuas persneling dengan kaki.



Gambar 2.2 Konstruksi Transmisi Manual [12]

Untuk menghasilkan torsi dan gaya dorong pada roda penggerak diperlukan perbandingan yang bertingkat. Sehingga kemampuan transmisi manual untuk mentransformasikan torsi yang dihasilkan oleh mesin menjadi torsi yang dibutuhkan oleh roda penggerak. Umumnya semakin banyak tingkatan transmisi gaya dorong yang dihasilkan pada roda penggerak, semakin baik untuk dapat memenuhi kebutuhan gaya dorong kendaraan. Gambar 2.3 menunjukkan gaya dorong yang dihasilkan pada masing-masing tingkatan transmisi.



Gambar 2.3 Gaya Dorong Pada Tingkatan Transmisi [14]

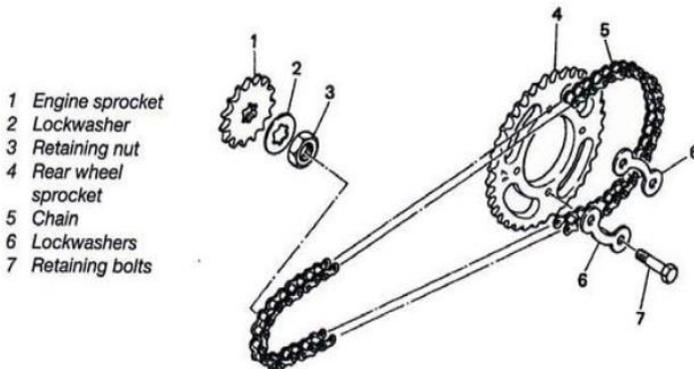
2.2.2 Cara kerja Transmisi Manual

Pada saat pedal atau tuas pemindah gigi ditekan, poros pemindah gigi berputar. Bersamaan dengan itu lengan pemutar shift drum akan mengait dan mendorong shift drum hingga dapat berputar. Pada shift drum dipasang garpu pemilih gigi yang diberi pin (pasak). Pasak ini akan mengunci garpu pemilih pada bagian ulir cacing. Agar shift drum dapat berhenti berputar pada titik yang dikehendaki, maka pada bagian lainya (dekat dengan pemutar shift drum), dipasang sebuah roda yang dilengkapi dengan pegas dan bintang penghenti putaran shift drum. Penghentian putaran shift drum ini berbeda untuk setiap jenis sepeda motor, tetapi prinsipnya sama.

Gigi geser baik yang berada pada poros utama (*main shaft*) maupun yang berada pada poros pembalik (*counter shaft / output shaft*), tidak dapat berputar bebas pada porosnya. Selain itu gigi kecepatan (1,2,3,4 dan seterusnya), gigi-gigi ini dapat berputar pada masing-masing porosnya. Jadi yang dimaksud gigi masuk adalah mengunci gigi kecepatan dengan poros tempat gigi itu berada dan sebagai alat penguncinya adalah gigi geser.

2.2.3 Final Drive (Penggerak Akhir)

Final drive adalah bagian terakhir dari sistem pemindah tenaga yang memindahkan tenaga mesin ke roda belakang, ditunjukkan pada gambar 2.4 . *Final drive* juga berfungsi sebagai gigi pereduksi untuk mengurangi putaran dan menaikkan momen (tenaga). Biasanya perbandingan gigi reduksinya berkisar antara 2,5 sampai 3 berbanding 1 (2,5 atau 3 putaran dari transmisi akan menjadi 1 putaran pada roda).



Gambar 2.4 Final drive jenis rantai dan sproket [12]

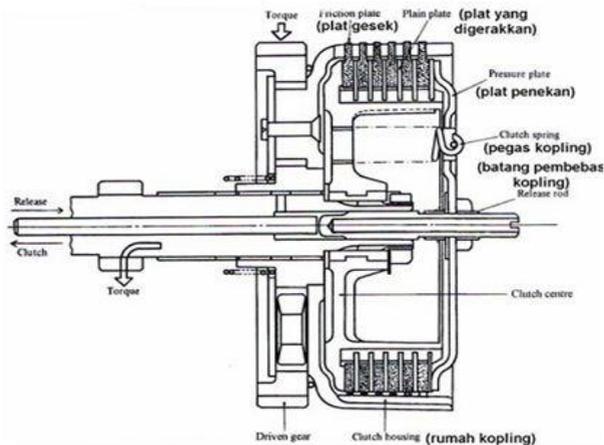
2.3 Kopling Pada Kendaraan

Kendaraan transmisi manual biasanya beroperasi dengan menggunakan bantuan kopling. Sistem kopling yang ada di kendaraan bermotor mempunyai baynyak ragam. Salah satu contoh adalah dengan melihat gambar kopling yang ada pada

kendaraan bermotor seperti pada gambar 2.5 yaitu konstruksi kopling kendaraan.

Kopling mekanis adalah kopling yang cara kerjanya diatur oleh handle kopling. Dimana pembebasan dilakukan dengan cara menarik handle kopling pada batang kemudi. Kedudukan kopling ada yang terdapat pada crankshaft dan ada yang berkedudukan pada as primer dapat dilihat pada gambar 2.5 konstruksi kopling pada kendaraan.

- Gigi primer kopling (driven gear)
- Clutch housing
- Plat gesek (friction plate)
- Plat kopling (plain plate)
- Pegas kopling (coil spring)
- Baut
- Centre Clutch

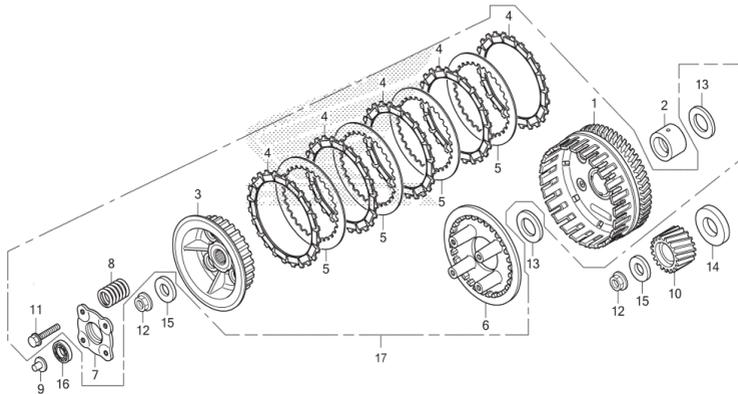


Gambar 2.5 Konstruksi Kopling pada kendaraan [12]

2.3.1 Kopling Pada Honda Sonic 150R

Honda Sonic 150R menggunakan kopling berjenis multi plate yang bertipe kopling basah. Jenis multi plate ini menggunakan susunan piringan kopling dan kampas kopling.

Berikut dapat dilihat pada gambar 2.6 dari susunan multi plate yang ada pada kendaraan uji.



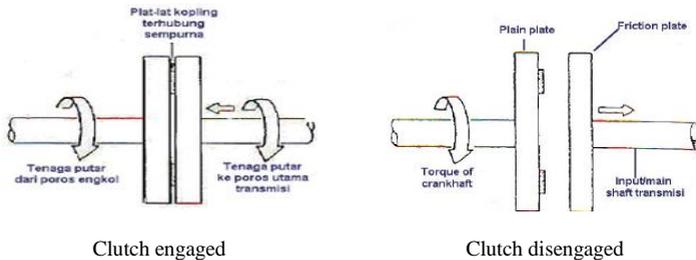
Gambar 2.6 Susunan piringan dan kampas kopling pada tipe multiplate clutch [7]

dimana :

1. Outer comp, clutch
2. Guide, clutch outer
3. Center, clutch
4. Disk, clutch friction
5. Plate, clutch
6. Plate, clutch pressure
7. Plate, clutch lifter
8. Spring, clutch
9. Rod, clutch lifter
10. Gear A, primary drive (23T)
11. Bolt, flange, 6x25
12. Nut, special flange, 14mm
13. Washer, plain, 17mm
14. Washer, 20mm
15. Washer, 14,1mm
16. Bearing, radial ball, 6903
17. Clutch assy

Multiplate clutch yang terpasang pada Honda Sonic 150R seperti pada gambar 2.6 ini bertipe kopling basah (*Wet Clutch*). Dimana pada kopling bertipe ini diberi pelumasan berupa oli yang berfungsi sebagai pendingin untuk mencegah kopling terbakar. Selain itu clutch yang bertipe ini berfungsi juga untuk melumasi bushing dan bearing yang terdapat pada rumah kopling.

2.3.2 Mekanisme Kerja Kopling pada Kendaraan



Gambar 2.7 Mekanisme Kopling [12]

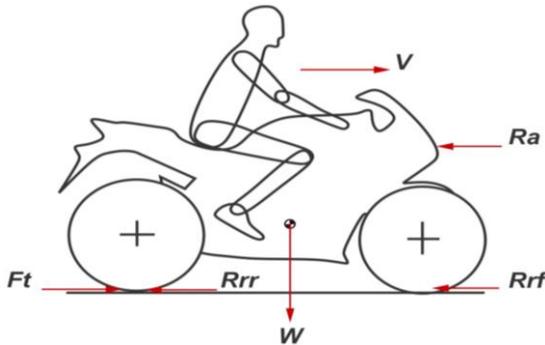
Mekanisme kerja kopling yang terpasang pada kendaraan uji yaitu Honda Sonic 150R seperti pada gambar 2.7, adalah sebagai berikut :

- **Ketika Handle Kopling Ditekan**
 Pada saat kondisi handle kopling ditekan akan menimbulkan gaya dari pegas kopling yang akan mendorong piringan plat dan juga clutch merenggang. Gaya dari pegas yang menyebabkan piringan plat dan clutch memutuskan daya transmisi yang disalurkan ke sistem transmisi dari kendaraan dan kecepatan yang dihasilkan dari kondisi ketika handle kopling ditekan adalah cenderung konstan bahkan menurun.
- **Kondisi Handle Kopling Dilepas**
 Pada kondisi handle kopling dilepas atau dengan kata lain sudah menaikan level transmisi dan menambah kecepatan akan menimbulkan gaya tekan yang dihasilkan dari pegas kopling yang akan menggerakkan piringan plat dan clutch

ke posisi awal. Gaya tekan dari pegas kopling tersebut menyebabkan adanya gaya gesek antara pegas kopling dan susunan piringan plat dan kampas kopling yang terpasang. Pada kondisi ini daya transmisi yang terputus akan disalurkan ke sistem transmisi dan akan membuat kendaraan mendapat daya tambahan untuk menambah kecepatan.

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, yang ditunjukkan pada gambar 2.8. Kemampuan kendaraan tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin kendaraan dan pemilihan tingkat serta rasio transmisi. Gaya dorong kendaraan dapat dirumuskan pada persamaan 2.1 dan menghitung rasio transmisi pada persamaan 2.2.



Gambar 2.8 FBD Gaya Dorong ,Kecepatan, dan Gaya Hambat kendaraan [3]

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

$$i_t = \frac{n_s}{n_{tr}} \quad (2.2)$$

dimana:

- Te : Torsi Engine
- It : Rasio Transmisi
- Ig : Rasio Gear
- ηt : Efisiensi transmisi kendaraan
- r : Radius ban
- ntr : Putaran Transmisi

Dari karakteristik torsi mesin (Te), terlihat bahwa torsi sebagai fungsi dari putaran mesin. Putaran dari mesin menentukan kecepatan dari kendaraan. Sehingga, karakteristik torsi mesin sebagai fungsi dari kecepatan kendaraan. Adapun hubungan kecepatan dan putaran mesin dapat dirumuskan pada persamaan 2.3.

$$v = \frac{n_e \cdot 2\pi \cdot r}{i_t \cdot i_g \cdot 60} (1 - S) \quad (2.3)$$

dimana:

- ne : kecepatan putar mesin (rpm)
- S : slip pada ban kendaraan (2-5%)
- r : Jari – jari roda kendaraan (m)

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 (Ft), dan Hambatan aerodinamis (Ra). Besarnya percepatan kendaraan pada jalan datar dirumuskan pada persamaan 2.4.

$$a = \frac{Ft - Ra}{m} \quad (2.4)$$

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

2.5 Gaya Hambat Pada Kendaraan

Gaya hambat 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 pada persamaan 2.5.

$$FR = Ra + Rr + Rg \quad (2.5)$$

dimana :

Ra = gaya hambat angin

Rr = gaya hambat rolling

Rg = gaya hambat karena tanjakan

2.6 Aerodynamic Resistance

Aerodynamic resistance adalah gaya hambat yang terjadi berlawanan arah dengan kendaraan secara horizontal pada kecepatan tertentu. Bentuk body kendaraan juga berperan penting dalam terjadinya gaya hambat udara. Sehingga hal ini juga dapat mempengaruhi performa kendaraan. Nilai gaya hambat ini dipengaruhi oleh koefisien drag, densitas udara, kecepatan kendaraan, dan luas frontal kendaraan. Dirumuskan pada persamaan 2.6.

$$Ra = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot Cd \cdot Af \cdot v^2 \quad (2.6)$$

dimana :

ρ = massa jenis angin

C_d = koefisien drag (tabel 2.1)

A_f = luas penampang kendaraan

v = kecepatan kendaraan

Tabel 2.1 koefisien drag untuk kendaraan [1]

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

2.7 Rolling Resistance

Rolling resistance adalah utamanya disebabkan oleh sifat histerisis ban karena adanya defleksi dari ban, juga merupakan gaya hambat yang disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara permukaan ban dan jalan. Faktor ini juga sangat mempengaruhi performa kendaraan saat bergerak. Jika gesekan antara permukaan ban dan jalan semakin kecil maka hal ini juga mempengaruhi performa kendaraan. Nilai gaya hambat ini dipengaruhi oleh koefisien rolling resistance, massa kendaraan, dan percepatan gravitasi. Gaya hambat rolling pada kendaraan dapat dirumuskan pada persamaan 2.7 dan 2.8.

$$R_r = f_r \cdot W \text{ (pada kondisi jalan datar)} \quad (2.7)$$

$$R_r = f_r \cdot W \cos\theta \text{ (pada kondisi tanjakan)} \quad (2.8)$$

dimana :

f_r = koefisien rolling resistance

W = berat total (kendaraan + penumpang)

θ = sudut tanjakan

Dari eksperimen J.J. Taborek dihasilkan dua rumus dasar untuk harga koefisien hambatan rolling, yang mana pada eksperimen ini mengambil tekanan ban dan kecepatan kendaraan sebagai parameter pokok. Rumusan yang pertama yaitu pada persamaan 2.9.

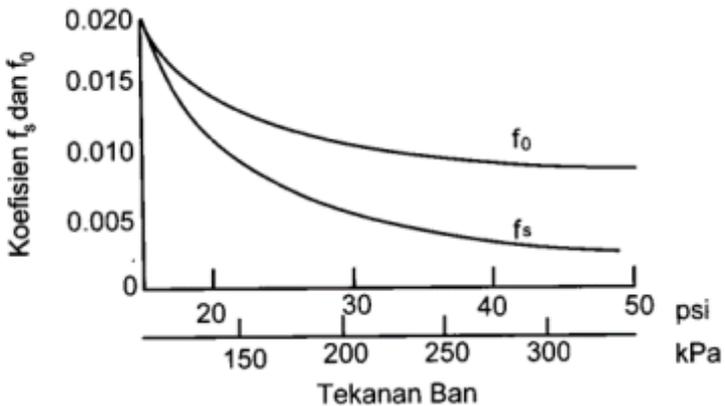
$$f_r = f_o + f_s \left(\frac{v}{100}\right)^{2,5} \quad (2.9)$$

dimana :

f_o dan f_s adalah koefisien yang tergantung pada tekanan ban ,

dapat dilihat pada gambar 2.9

V adalah kecepatan kendaraan (km/jam)



Gambar 2.9 Pengaruh Tekanan Ban pada f_s dan f_o [1]

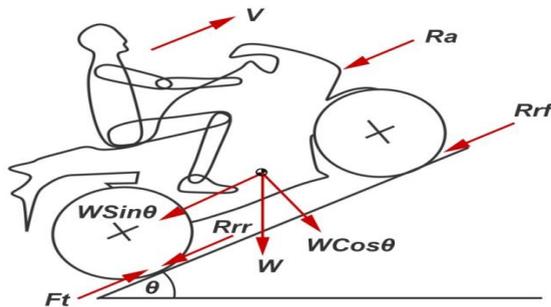
Rumusan diatas dapat disederhanakan menjadi seperti pada persamaan 2.10 :

$$fr = 0,01\left(1 + \frac{v}{160}\right) \quad (2.10)$$

dimana : tekanan ban sekitar 26 psi dan kecepatan kendaraan sampai 128 km/jam

2.8 Grade Resistance

Gaya hambat akibat sudut tanjak adalah gaya hambat yang terjadi karena adanya sudut pada lintasan kendaraan sehingga terjadi perubahan gaya pada kendaraan. Perubahan sudut lintasan ini menyebabkan rolling resistance berubah maupun berat kendaraan. Gaya – gaya tersebut pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 FBD Kendaraan Saat Menanjak [3]

$$Ft = Rr + Ra + W \sin\theta_{max} \quad (2.11)$$

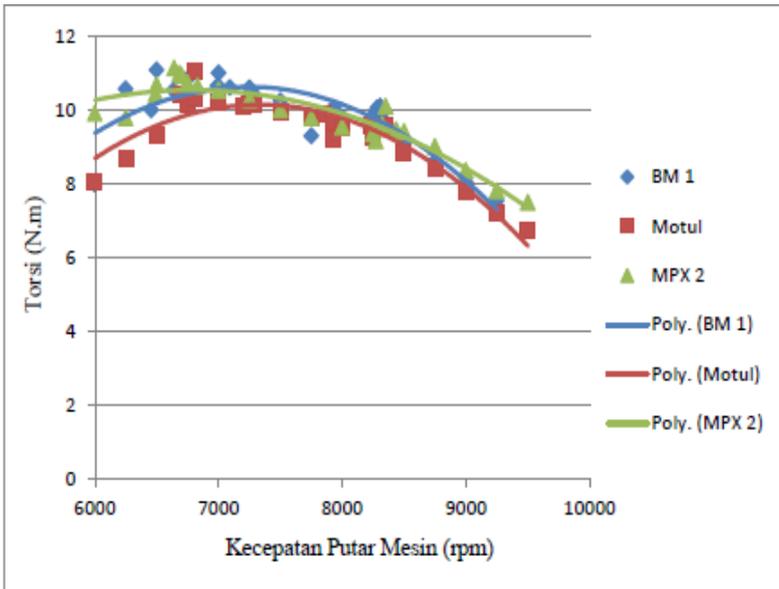
$$Rr + W \sin\theta_{max} = Ft - Ra \quad (2.12)$$

$$(fr \cdot \cos\theta_{max} + \sin\theta_{max}) = \frac{2 \cdot it \cdot ig \cdot T_{e,nt} - r \cdot p \cdot C_d \cdot A_f \cdot v^2}{2 \cdot W \cdot r} \quad (2.13)$$

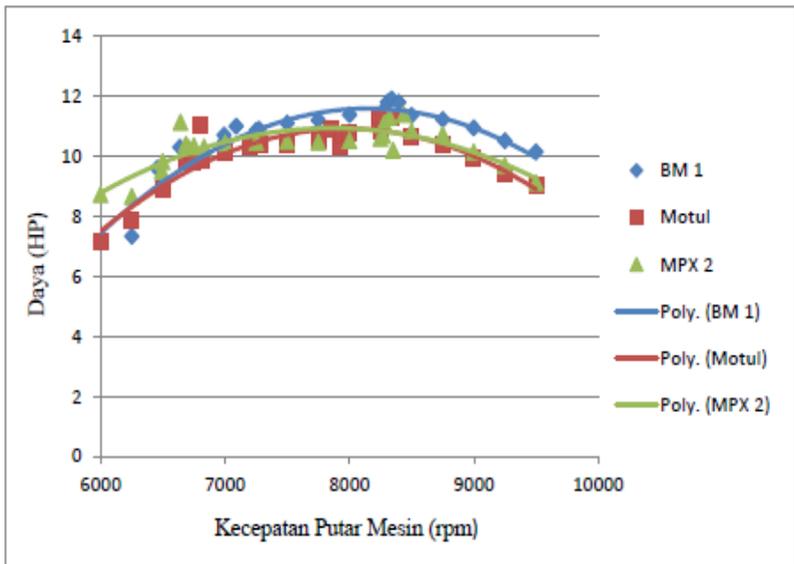
2.9 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pramana [13] membahas tentang pengaruh variasi pelumas terhadap torsi honda megapro 150cc dengan putaran mesin terendah 6000rpm. Gambar 2.11 menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan

dalam pengaruh torsi puncak terhadap kinerja mesin, sampel oli MPX2 menunjukkan nilai torsi tertinggi yaitu 11,13 N.m terjadi pada kecepatan putar mesin 6642 rpm, sampel oli BM 1 torsi tertinggi 11,08 N.m pada kecepatan putar mesin 6636rpm dan sampel oli motul 3100 torsi tertinggi yaitu 11,04 N.m pada kecepatan putar mesin 6805rpm.

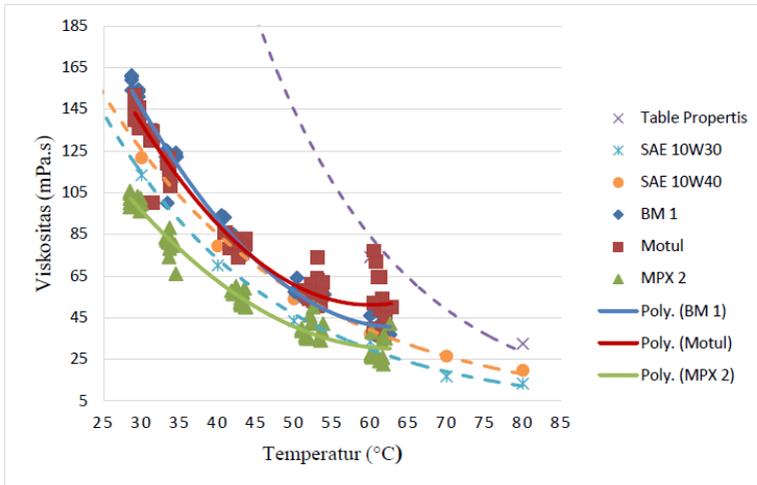


Gambar 2.11 Grafik perbandingan torsi dengan kecepatan putar mesin (rpm) [13]



Gambar 2.12 Grafik perbandingan daya dengan kecepatan putar mesin (rpm) [13]

Gambar 2.12 menunjukkan pengaruh variasi pelumas terhadap daya honda megapro 150cc dengan putaran mesin terendah 6000rpm. Dari grafik diatas dapat dianalisa bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan dalam pengaruh daya puncak terhadap kinerja mesin, oli sampel BM 1 menunjukkan nilai daya tertinggi yaitu 11,9 HP terjadi pada kecepatan putar mesin 8340 rpm, oli MPX 2 daya tertinggi 11,4 HP pada kecepatan putar mesin 8437rpm dan oli motul 3100 daya tertinggi yaitu 11,3 HP pada kecepatan putar mesin 8341 rpm.



Gambar 2.13 Grafik hubungan antara viskositas dengan temperatur [13]

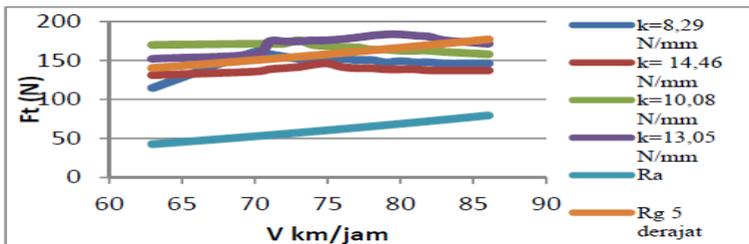
Gambar 2.13 menunjukkan hasil viskositas dari tiga sampel minyak pelumas terhadap perubahan temperatur. Semua sampel oli uji mengalami tren penurunan viskositas terhadap kenaikan temperatur. Hal ini karena molekul-molekul yang terdapat pada oli bergerak semakin cepat jika temperaturnya semakin tinggi sehingga ikatan antar molekul semakin melemah dan menyebabkan oli semakin encer. Pada temperatur kerja mesin yaitu suhu ± 60 °C, nilai viskositas ke tiga pelumas yang diuji tidak mengalami perbedaan yang signifikan terhadap standar SAE, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai viskositas ke tiga produk yang diuji sudah mengacu pada standarisasi SAEnya masing masing.

Silaban [18] melakukan pengujian bahwa mesin dengan menggunakan pelumas mineral mengkonsumsi bahan bakar spesifik 0,524 – 1,043 *kg/kW-jam*. Menggunakan pelumas sintetis 0,457 – 0,604 *kg/kW-jam*. Daya poros yang dihasilkan dengan menggunakan pelumas mineral 1,985 – 3,465 kW. Menggunakan pelumas sintetis 2,038 – 3,519 kW.

Prihartono [5] membahas tentang metode pengujian pelumas pada dynotest, yaitu pemasangan termometer pada penutup pelumas dan pemanasan engine sebelum pengujian dynotest. Dan penelitian oleh Kusbandono [4] membahas tentang pengujian perbandingan performa kendaraan pada dynotest. Dimana pengukuran power dan torsi dilakukan pada gigi transmisi 4 dengan throttle gas dibuka penuh pada rentang 4.000rpm hingga 9.000 rpm.

Arisandi [2] membahas tentang viskositas pelumas. Kestabilan viskositas pada temperatur kerja cenderung lebih baik dibandingkan pada temperatur kamar. Pemakaian pelumas sintetik berdampak pada penghematan konsumsi bahan bakar, karena viskositasnya paling stabil yang secara umum mempunyai sifat kimia lebih baik atau struktur kimianya seragam. Pada temperatur rendah tidak terlalu kental sehingga tidak membebani mesin dan pada temperatur tinggi viskositas tidak terlalu encer sehingga masih bisa melumasi permukaan bidang kontak dengan sempurna.

Ramadhan [3] membahas tentang perhitungan nilai gaya dorong pada kendaraan. Dimana variasi komponen engine akan mempengaruhi kinerja kendaraan. Gambar 2.14 menunjukkan grafik perbandingan gaya dorong dan kecepatan kendaraan, terlihat bahwa pegas dengan nilai konstanta 13,05 N/mm menghasilkan gaya dorong terbesar dibandingkan dengan ketiga pegas lainya yaitu sebesar 181,838 N.



Gambar 2.14 Grafik Gaya Dorong Beserta Gaya Hambat Setiap Variasi Pegas Pada Tingkat Transmisi Ke-empat [3]

2.11 Chassis Dynamometer

Dynamometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur torsi (*torque*) dan kecepatan putaran engine (rpm) dari tenaga yang diproduksi oleh suatu mesin, motor atau penggerak berputar lain. Dynamometer dapat juga digunakan untuk menentukan tenaga dan torsi yang diperlukan untuk mengoperasikan suatu mesin. Dynamometer yang dirancang untuk dikemudikan disebut dynamometer absorbs atau dynamometer pasif. Dynamometer yang dapat digunakan, baik penggerak maupun penyerap tenaga disebut dynamometer aktif atau universal.

Dynamometer harus mampu beroperasi pada kecepatan yang bervariasi dan memberi beban pada mesin tersebut pada tingkatan torsi yang bervariasi pula selama pengujian berlangsung. Sebagai tambahan untuk digunakan dalam menentukan torsi atau karakteristik tenaga dari mesin dalam test/ *Machine Under Test*. Dynamometer juga mempunyai peran lain. Dalam siklus standar uji emisi, seperti digambarkan oleh *US Enviromental Protection Agency (US EPA)*, dynamometer digunakan untuk membuat simulasi jalan baik untuk mesin atau kendaraan secara penuh (dengan menggunakan dynamometer chasis).

Dynamometer yang dapat mengukur tenaga putar dan power secara langsung dari unit pemindah tenaga dari kendaraan secara langsung roda penggerak (tanpa memindah mesin dari chasis kendaraan) disebut dynamometer chasis. Dynamometer chasis mengukur tenaga melalui permukaan roller penggerak yang digerakkan oleh roda kendaraan. Kendaraan biasanya di tempatkan diatas roller penggerak, dimana mobil atau motor dijalankan dan tenaga dapat diukur. Tipe roller modern dari dynamometer chasis menggunakan roller salvisberg, yang mempunyai traksi lebih besar. Dynamometer chasis modern dapat melakukan lebih daripada hanya memunculkan rpm, horse power dan torsi. Dengan system elektronik modern dan reaksi yang cepat, sekarang sangat memungkinkan untuk menentukan power terbaik dan laju yang lebih lembut secara akurat. Dalam tugas

akhir ini akan digunakan *dyno test* dengan jenis *chassis dynamometer* dimana mesin tidak dipisahkan oleh chassis sepeda motor.

Sebagai contoh, jika sebuah mesin menunjukkan fakta bahwa suatu mesin dapat mencapai torsi 400N.m dan pada chassis dynamometer menunjukkan hanya 350N.m. Jika engine dynamometer dapat menunjukkan torsi yang demikian dan chassis dynamometer hanya menunjukkan kurang dari kemampuan mesin yang sebenarnya. Maka komponen pemindah tenaga perlu dikembangkan lebih lanjut.



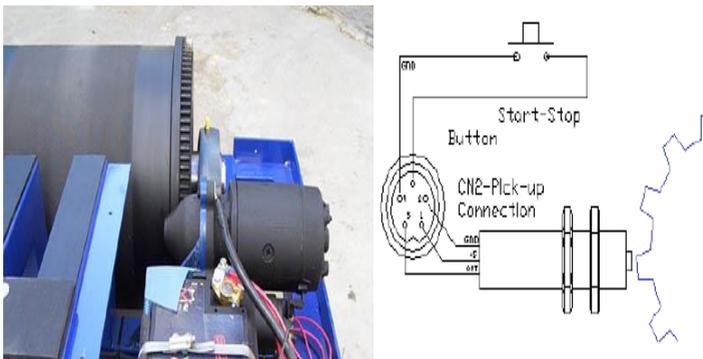
Gambar 2.15 *SP-1 V4 Inertia Electronic Kit* [20]

Gambar 2.15 menunjukkan contoh *controller dynotest* menggunakan *Sp-1 V4 Inertia Electronic kit*. Dimana semua output oleh sensor yang ada pada dynotest di integrasikan oleh controller tersebut. Sehingga di dapatkan hasil pengujian berupa torsi dan power kendaraan uji yang ditampilkan pada software dynotest.



Gambar 2.16 Kabel Pengukur Rpm Engine [20]

Gambar 2.16 menunjukkan kabel sebagai sensor untuk mengukur pulsa arus pengapian. Proses pengukurannya yaitu saat mesin menyala, percikan api terjadi saat mesin mengompres campuran bahan bakar udara. Percikan membutuhkan lebih banyak voltase, sehingga terjadi energi tinggi pada kabel clamp. Secara teoritis pulsa memiliki arus yang sama namun karena adanya kapasitif setiap pulsa dengan amplitude, sehingga amplitude dan pulsa tersebut dikonversi oleh controller SPI untuk menghasilkan putaran pada engine.



Gambar 2.17 Sensor Kecepatan Roller Dynotest [20]

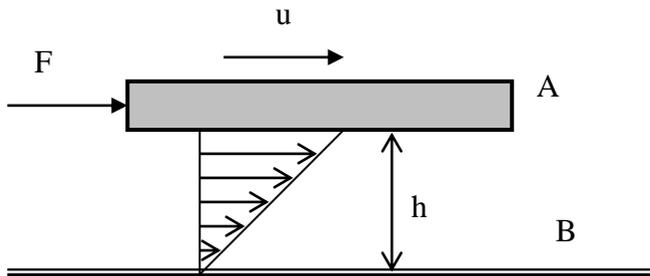
Untuk menghitung torsi pada dynotest seperti gambar 2.17 menunjukkan sensor kecepatan terdapat pada roller dynotest. Berfungsi untuk mengukur putaran roller dan percepatan roller dynotest sehingga pada controller SP1 didapatkan torsi engine dengan perbandingan rasio. Setelah didapat putaran engine dan torsi engine maka didapatkan power engine menggunakan software sportdyno.

2.12 Karakteristik Pelumas

2.12.1 Viskositas Pelumas dan Unit Viskositas

Dalam pembahasan tentang teori dan system pelumasan. Salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah adanya efek dari dalam minyak pelumas itu sendiri. Disebut viskositas yang dapat didefinisikan sebagai :*"effect of the internal resist of fluid lubrication"*.

Viskositas merupakan sifat terpenting dari minyak pelumas, yang merupakan ukuran yang menunjukkan tahanan minyak pelumas terhadap suatu aliran [18]. Pelumas dengan viskositas tinggi adalah kental, berat dan memiliki kemampu aliran yang rendah. Keuntungannya adalah dihasilkan lapisan pelumas yang tebal selama penggunaan sehingga mesin cenderung lebih dingin. Pelumas dengan kekentalan rendah mempunyai gesekan didalam dan tahanan yang kecil terhadap aliran. Suatu pelumas dengan kekentalan rendah mengalir lebih tipis.



Gambar 2.18 Teori viskositas pada suatu fluida [8]

Gambar 2.18 Untuk menerangkan hal ini, dilakukan dengan analisis yang menggunakan suatu cairan minyak pelumas yang ditempatkan diantara dua bidang A dan B. Bidang A didorong dengan gaya F sehingga bidang A bergerak dengan kecepatan u , bidang A tidak slip terhadap minyak pelumasnya, tetapi lapisan pelumas yang menempel pada bidang B ikut bergerak dengan kecepatan yang sama (u), sedangkan lapisan minyak pelumas yang menempel pada bidang B mempunyai kecepatan nol. Akibat gerakan-gerakan pada bagian pelumasnya, maka terjadilah gesekan-gesekan diantara molekul-molekul minyak pelumas.

Sesuai dengan Hukum Newton, tegangan geser (τ) berbanding lurus dengan viskositas (μ) dan perubahan kecepatan (du) [8]. Secara matematis dapat ditulis :

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad \text{dan} \quad \frac{du}{dy} = \frac{U}{h}$$

$$\tau = \frac{F}{A} \tag{2.14}$$

dimana : A = luas penampang bidang A , sehingga :

$$\frac{F}{A} = \mu \frac{U}{h} \quad \text{atau} \quad F = \mu \frac{AU}{h}$$

$$\mu = \frac{F \cdot h}{AU} \tag{2.15}$$

dimana : h = tebal lapisan minyak pelumas

Untuk menentukan unit atau satuan viskositas dapat menggunakan persamaan (2.15).

1. Satuan British (English System)

$$\mu = \frac{F.h}{A.U} = \frac{(lbf)(in)}{(in)^2 \cdot \left(\frac{in}{sec}\right)} = \frac{lbf \cdot sec}{in^2} = reyn \quad (2.16)$$

2. Sistem Internasional (International System)

$$\mu = \frac{F.h}{A.U} = \frac{(dyne)(cm)}{(cm)^2 \cdot \left(\frac{cm}{sec}\right)} = \frac{dyne \cdot sec}{cm^2} = poise \quad (2.17)$$

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 :

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

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

Viskositas pelumas didefinisikan dalam dua cara yang berbeda dan kedua definisi ini sangat banyak digunakan [22].

a. Viskositas dinamik

Kekentalan dinamik adalah rasio tegangan geser yang dihasilkan ketika fluida mengalir. Dalam satuan SI diukur dalam pascal-detik atau newton detik per meter persegi, tapi unit dalam centimeter-gram-detik (cgs), centipoise akan lebih diterima secara luas, dengan :

$$1 \text{ centipoise (cP)} = 10^{-3} \text{ Pa.s} = 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$$

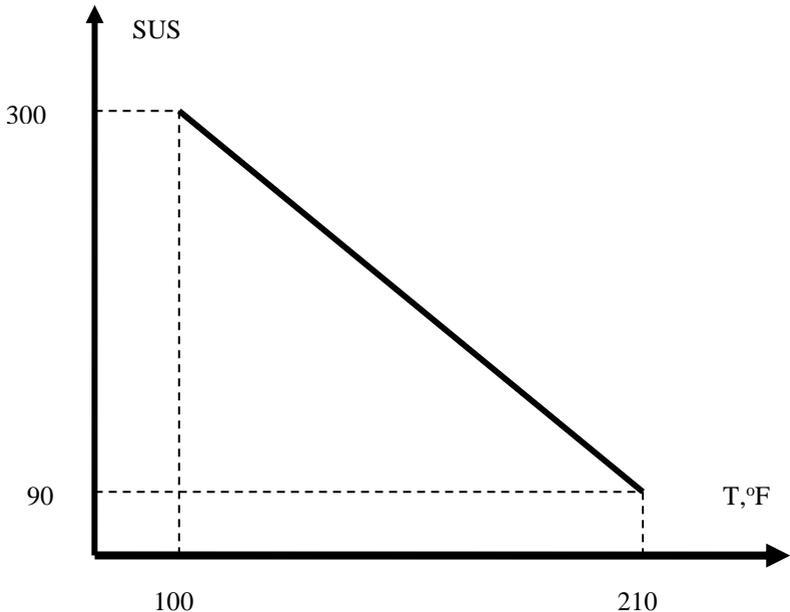
Centipoise adalah satuan viskositas yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan reynolds persamaan dan berbagai persamaan pelumasan hydro dynamic.

b. Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik adalah sama dengan viskositas dinamis dibagi dengan massa jenis. Dalam unit SI adalah meter persegi per detik, akan tetapi satuan cgs, Centistoke, lebih luas diterima. 1centistoke = $1\text{mm}^2/\text{s}$. Centistoke adalah unit umum dikeluarkan oleh pabrik pembuat pelumas. Dalam kerjanya, perbedaan antara viskositas kinematik dan dinamik tidak paling penting untuk minyak pelumas, karena massa jenis mereka pada suhu operasi biasanya terletak pada 0,8 hingga 1,2.

Viskositas pada suatu minyak pelumas akan dapat menurun viskositasnya dengan terjadinya kenaikan temperatur, karena melemahnya ikatan molekul-molekul fluida. Viskositas dari minyak pelumas pun menjadi bervariasi dengan adanya perubahan temperatur. Oleh karena itu dalam kaitannya dengan berubahnya nilai viskositas, dikenal dengan istilah index viskositas yang bisa digunakan untuk mengetahui apakah minyak pelumas tersebut mudah atau tidak dipengaruhi oleh temperatur.

Kenaikan suhu akan berakibat melemahkan ikatan molekul *fluida* serta menurunkan *viskositasnya*. *Viskositas* dari semua jenis cairan akan menurun dengan naiknya suhu. Ini jelas terlihat pada minyak pelumas yang berasal dari minyak bumi, sebagai contoh dapat ditunjukkan pada gambar 2.19. Pada suhu 100 °F nilai viskositasnya 300 SUS, setelah temperaturnya naik menjadi 210 °F maka viskositasnya menurun menjadi 90 SUS.



Gambar 2.19 Grafik Perubahan *viskositas* kinematik akibat kenaikan suhu dari suatu minyak pelumas [8]

2.12.2 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Viskositas

Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas adalah sebagai berikut :

- a. Tekanan
viskositas cairan naik dengan naiknya tekanan, sedangkan viskositas gas tidak dipengaruhi oleh tekanan
- b. Temperatur
Viskositas zat cair akan turun dengan naiknya suhu, sedangkan viskositas gas naik dengan naiknya suhu. Pemanasan zat cair menyebabkan molekul-molekulnya memperoleh energi. Molekul-molekul cairan bergerak sehingga gaya interaksi antar molekul melemah, dengan

demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperatur

- c. Adanya zat lain
Penambahan gula tebu meningkatkan viskositas air, adanya bahan tambahan seperti bahan suspensi menaikkan viskositas air. Pada minyak ataupun gliserin adanya penambahan air akan menyebabkan viskositas turun karena gliserin maupun minyak akan semakin encer, waktu alirnya semakin cepat
- d. Ukuran dan berat molekul
Viskositas naik dengan naiknya berat molekul. Misalnya laju aliran alkohol cepat, larutan minyak laju aliran lambat dan kekentalanya tinggi sehingga viskositasnya juga tinggi.
- e. Berat molekul
Viskositas akan naik jika ikatan rangkap semakin banyak
- f. Kekuatan antar molekul
Viskositas air naik dengan adanya ikatan hidrogen
- g. Konsentrasi larutan
Viskositas berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Suatu larutan dengan konsentrasi tinggi akan memiliki viskositas yang tinggi pula, karena konsentrasi larutan menyatakan banyaknya partikel zat yang terlarut.

2.12.3 Pengukuran Viskositas

Salah satu cara atau metode untuk mengukur dan menghitung viskositas minyak pelumas adalah dengan menggunakan peralatan yang disebut “ The Saybolt Universal Viscometer “ [8]. Hasil pengukuran dan perhitungan viskositas dengan alat ini, sampai sekarang menjadi standar unit dari viskositas pelumas dan dikenal dengan “Saybolt Universal Second” (SUS). Persamaan untuk menentukan viskositas dalam SUS ini adalah pada persamaan 2.18 dan 2.19.

$$\mu = SG_t \left(0,22.S - \frac{180}{S} \right) \quad (2.18)$$

$$SG_t = SG_{60} - 0,00035(t - 60) \quad (2.19)$$

dimana : μ = viskositas absolut pada temperatur t°F dalam satuan centipoise (cp)

SG_t = Specific Gravity pada temperatur t°F

SG_{60} = Specific Gravity pada temperatur 60°F

S = SUS (Saybolt Universal Second).

t = temperatur minyak pelumas pada saat dilakukan pengetesan, °F

Disamping viskositas absolut (μ), juga dikenal viskositas kinematik (ν), merupakan viskositas absolut (μ) per satuan massa jenis (ρ). Pada persamaan 2.20.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\frac{\text{dyne} \cdot \text{sec}}{\text{cm}^2}}{\frac{\text{dyne} \cdot \text{sec}^2}{\text{cm}^4}} = \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}} = \text{stokes} \quad (2.20)$$

2.12.4 Index Viskositas

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). Menyatakan tentang kepekaan viskositas terhadap perubahan temperatur. Persamaan untuk menghitung VI adalah pada persamaan 2.21 :

$$VI = \frac{L-U}{L-H} \times 100\% \quad (2.21)$$

dimana :

VI = Index viskositas, %

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

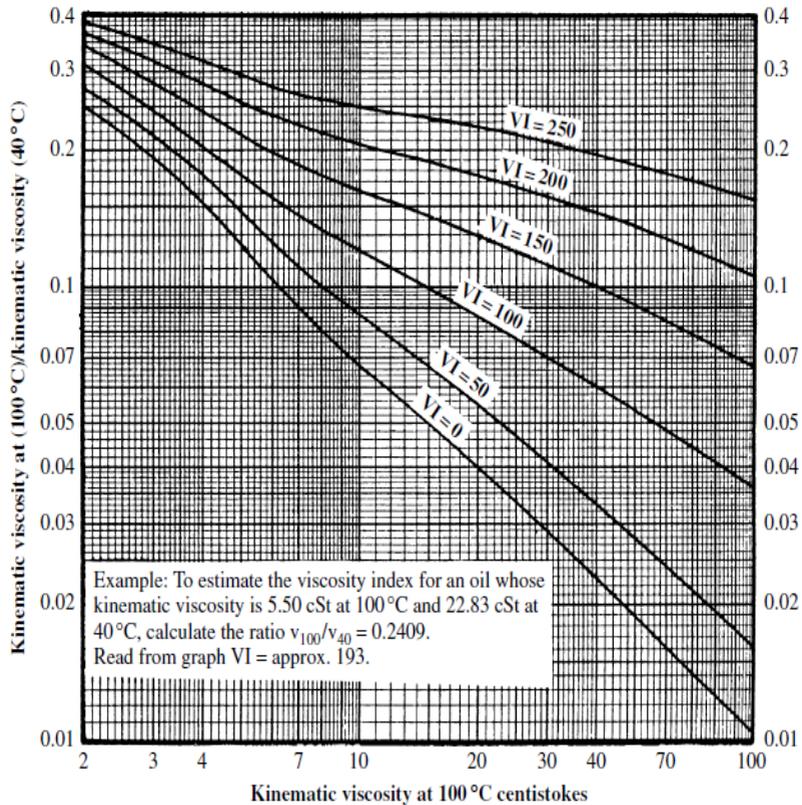
H = viskositas pelumas standar, yang mempunyai nilai VI = 100 % pada 100°F

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

Arti nilai VI

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



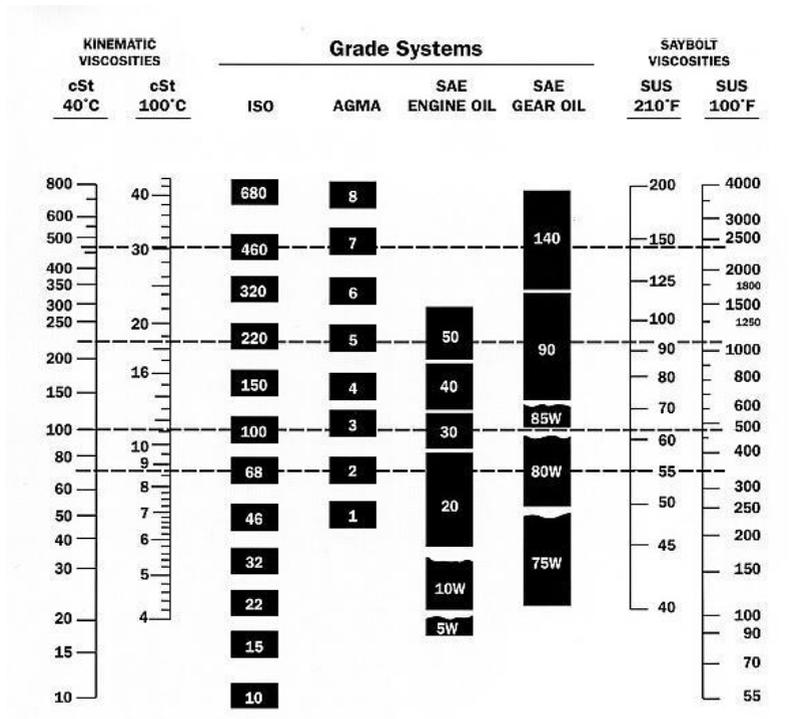
Gambar 2.20 Grafik untuk mencari Nilai Viskositas Index [21]

2.13 Klasifikasi Pelumas

2.13.1 SAE (*Society of Automotive Engineer*)

SAE adalah singkatan dari *Society of Automotive Engineer* sebagai identifikasi dari kekentalan oli. SAE sendiri adalah suatu asosiasi yang mengatur standarisasi di berbagai bidang seperti bidang rancang desain teknik, manufaktur, dll. Pada kemasan oli akan tertulis SAE 10W-30, 10W-40 atau 20W-40, 20W-50. Angka paling depan adalah tingkat kekentalan oli pada suhu dingin dan angka setelah w atau paling belakang adalah tingkat kekentalan ketika mesin dalam kondisi bekerja

atau sudah panas. Semakin besar angkanya maka semakin kental oli pada kondisinya. Semakin dingin suhu suatu wilayah, maka semakin encer tingkat kekentalannya, biasanya pada angka SAE 5W-35. Sedangkan untuk Indonesia yang cenderung panas adalah pada angka SAE 10W-30 sampai pada angka SAE 20W-50. Kategori viskositas berdasarkan SAE pada gambar 2.21.



Viscosities can be related horizontally only. For example, the following oils have similar viscosities: ISO 460, AGMA 7 and SAE GEAR OIL 140.

The viscosity/temperature relationships are based on 95 VI oils and are usable only for mono grade engine oils, gear oils and other 95 VI oils.

Crankcase oils and gear oils are based on 100°C viscosity. The "W" grades are classified on low temperature properties. ISO oils and AGMA grades are based on 40°C viscosity.

Gambar 2.21 Equivalent Viscosity Charts [8]

2.13.2 API (*American Petroleum Institute*)

Sistem API merupakan suatu cara untuk mengklasifikasi pelumas menurut kualitas kinerja serta keterkaitan dengan jenis aplikasinya. Klasifikasi API saat ini terdiri dari "S" Series, "C" Series dan "EC" Series. "S" Series digunakan untuk mesin dengan pengapian busi, "C" Series untuk compression Ignition Engine, dan "EC" Series digunakan untuk pelumas dengan teknologi energy conserving. Sistem klasifikasi pelumas ini bersifat terbuka yang memungkinkan adanya penambahan klasifikasi baru dengan beberapa modifikasi terhadap klasifikasi yang ada. Standar API Service terbaru mencakup sifat kinerja masing-masing Standar sebelumnya dan dapat digunakan untuk mesin yang lebih tua di mana standar oli yang direkomendasikan sebelumnya. Pengelompokan API yang masih tersedia pada tabel 2.2

API SJ (untuk Gasoline Engine Warranty Maintenance Service 1996)

Diaplikasikan untuk mesin bensin kendaraan penumpang, van dan truk beban ringan yang dibuat tahun 1996 dan sebelumnya yang beroperasi dengan prosedur pemeliharaan yang direkomendasikan pabrikan kendaraan. Berlaku sejak 15 Oktober 1996, pelumas dari kategori ini melebihi persyaratan kinerja minimum dari API Service Category SH utamanya dalam tingkat penguapan. Selain itu juga memenuhi persyaratan dalam bench test untuk wet filterability, gelation index, pembentukan busa dan deposit pada temperatur tinggi. API Service Category SJ juga memperkenalkan batas kandungan fosfor sebesar 0.10 mass %. API Service Category SJ dapat dipergunakan di mana API SH, SG dan kategori sebelumnya direkomendasikan.

API SL (untuk Tugas Mesin Bensin 2001)

API Service kategori SL dibuat untuk mendeskripsikan pelumas mesin bensin yang dipergunakan pada tahun 2001. Kategori ini dipergunakan khususnya untuk mesin bensin kendaraan penumpang moderen atau sebelumnya, kendaraan sport, van dan truk beban ringan yang beroperasi sesuai dengan prosedur pemeliharaan yang disarankan oleh pembuat kendaraan.

Pelumas yang memenuhi persyaratan API SL telah diuji sesuai standard American Chemistry Council (ACC) Product Approval Code of Practice dan dapat menggunakan API Base Oil Interchange dan Viscosity Grade Engine Testing Guidelines. Pelumas ini dapat dipergunakan dimana API Service Category SJ dan kategori sebelumnya direkomendasikan.

API SM (Dipergunakan 2004)

API SM mulai diperkenalkan pada 30 November 2004. Pelumas API SM didesain untuk memberikan ketahanan terhadap oksidasi, perlindungan terhadap pembentukan deposit dan keausan yang lebih baik, serta kinerja pada temperatur rendah yang lebih baik selama masa pakai pelumas. Beberapa pelumas dengan klasifikasi SM juga dapat memenuhi spesifikasi ILSAC yang terbaru dan atau memenuhi kualifikasi Energy Conserving.

API SN (Diperkenalkan pada Oktober 2010)

Untuk kendaraan 2011 dan sebelumnya. Dirancang untuk meningkatkan perlindungan terhadap pembentukan deposit di piston pada temperatur tinggi, pengendalian yang lebih ketat terhadap pembentukan sludge, dan kompatibel dengan seal. API SN dengan Resource Conserving cocok dengan ILSAC GF-5, dengan menggabungkan kinerja API SN dengan kemampuan penghematan bahan bakar, perlindungan turbocharger, kecocokan dengan sistem pengendalian emisi, dan memberikan perlindungan pada mesin yang beroperasi dengan kandungan etanol dalam bahan bakar sampai dengan E85.

Tabel 2.2 sertifikasi API Gasoline Engine [16]

Standar	Status	Service
SN	Beredar	Diperkenalkan pada bulan Oktober 2010, API SN dengan Resource Conserving cocok dengan ILSAC GF-5 dengan menggabungkan kinerja API SN dengan peningkatan penghematan bahan bakar, perlindungan turbocharger, kompatibilitas sistem kontrol emisi.

SM	Beredar	Untuk 2010 dan mesin otomotif yang lebih tua.
SL	Beredar	Untuk mesin otomotif tahun 2004 dan yang lebih tua.
SJ	Beredar	Untuk tahun 2001 dan mesin otomotif yang lebih tua.

2.13.3 JASO (*Japanese Automotive Standards Organization*)

Selain Kode SAE, pada kemasan oli juga dituliskan JASO MA atau JASO MB. JASO sendiri adalah sertifikasi standar untuk pelumas yang ada di negara Jepang (*Japanese Automotive Standards Organization*). Terkait jenis oli di mana bagian mesin yang boleh dilumasi oleh oli tersebut.

JASO MA adalah jenis oli dengan kategori untuk bisa melumasi bagian mesin, transmisi dan sekaligus melumasi kopling. Hal utama yang ditekankan adalah untuk pelumasan kopling, sehingga oli tipe JASO MA mampu melumasi kopling agar tidak selip. Jenis kendaraan yang wajib menggunakan oli tipe JASO MA yaitu jenis kendaraan Semi otomatis, seperti sepeda motor bebek dan motor manual, seperti motor sport dan motor dengan kopling tangan. Sepeda motor ini koplingnya ikut mendapatkan pelumasan dari oli atau bisa disebut dengan kopling basah.

JASO MB sendiri adalah jenis oli yang hanya boleh melumasi mesin saja. Jadi tidak bisa melumasi kopling. Jika digunakan untuk kopling cenderung menjadi selip dan kasar. Jenis kendaraan yang menggunakan oli JASO MB adalah jenis kendaraan seperti motor matic dan mobil pada umumnya. Kendaraan ini, koplingnya tidak ikut mendapatkan pelumasan dari oli, atau biasa disebut dengan kopling kering. Untuk pengelompokan JASO pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Performance Classification JASO [15]

Classification Evaluation Item	Test Procedure	Range of Index	
		MA	MB
* DFI (Dynamic Friction Characteristic Index-DFI)	JASO T 903:2016 (Annex A)	≥1.35 and <2.50	≥0.40 and <1.35
* SFI (Static Friction Characteristic Index-SFI)		≥1.45 and <2.50	≥0.40 and <1.45
* STI (Stop Time Index-STI)		≥1.40 and <2.50	≥0.40 and <1.40

2.14 Macam-macam Cara Kerja *Viscometer*

Viscometer merupakan suatu cara untuk mengukur *viskositas* suatu pelumasan atau fluida, ada beberapa cara untuk mengukur *viskositas* antara lain :

- Momen yang diperlukan untuk memutar silinder atau piringan yang berada dalam *liquid* pada kecepatan tertentu. Alat ini biasanya disebut *Viscometer* Rotasi.
- Waktu yang diperlukan untuk mengalir oleh *liquid* atau cairan dalam jumlah tertentu yang disebabkan dorongan gravitasi dalam melewati suatu pipa kapiler.
- Waktu yang diperlukan dari sebuah bola yang di jatuhkan yang berada didalam *liquid*. Alat ini biasanya disebut metode *Viscometer* Bola jatuh.

Oleh karena itu sangat besar pengaruh suhu pada viskositas minyak pelumas, maka untuk ketepatannya pengukuran viskositas dilakukan pada suhu tertentu. Setelah unit sistem internasional merupakan sistem unit yang dipakai bersama bagi semua negara, maka pengukuran viskositas minyak pelumasan dilakukan pada 40 °C dan 100 °C.

2.15 Pelumasan

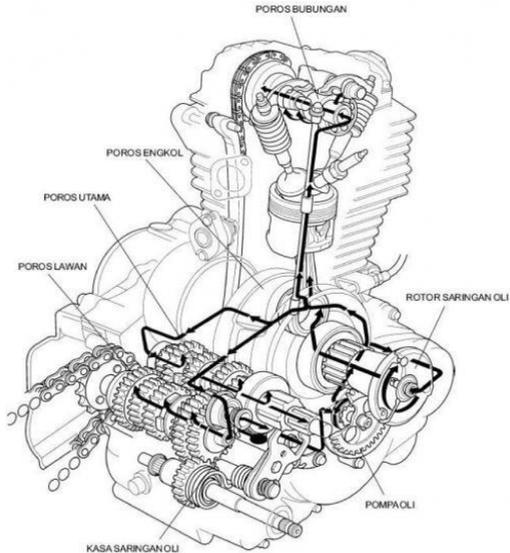
Pelumas yaitu zat kimia yang umumnya berjenis cairan yang diberikan diantara dua benda atau lebih yang bersinggungan tujuannya untuk mengurangi gesekan yang berlebihan [2]. Umumnya unsur pelumas terdiri dari 90% minyak dasar dan 10% zat tambahan. Oli biasanya didapat dari pengolahan minyak bumi melalui proses destilasi bertingkat berdasarkan titik didihnya. Menurut *Environmental Protection Agency* (EPA's), proses pembuatan oli ada beberapa tahap, yaitu :

- a. Destilasi
- b. Deasphalting bertujuan untuk menghilangkan kandungan aspal pada oli.
- c. Hidrogenasi untuk menaikkan kualitas viskositas
- d. Pencampuran katalis untuk menghilangkan lilin dan menaikkan temperatur pelumas.
- e. Clay or Hydrogen finishing untuk meningkatkan warna, stabilitas terhadap perubahan temperatur oli pelumas.

2.15.1 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:

1. Sebagai pelumas mesin.
2. Berperan sebagai perambat panas.
3. Sebagai penyekat.
4. Menjaga agar mesin tetap bersih.



Gambar 2.22 Sistem Pelumasan pada Sepeda Motor [12]

Gambar 2.22 menunjukkan sistem pelumasan pada sepeda motor. Seperti telah diketahui bagaimanapun juga unjuk kerja minyak pelumas sangat tergantung pada *viskositasnya*, disamping kemampuannya membentuk lapisan film untuk dapat bertahan terhadap kondisi suhu dan tekanan yang tinggi.

Dengan tingkat kekentalan yang disesuaikan dengan volume maupun kebutuhan mesin. Maka semakin kental oli, tingkat kebocoran akan semakin kecil, namun di sisi lain mengakibatkan bertambahnya beban kerja bagi pompa oli. Oleh karena itu, peruntukan bagi mesin kendaraan baru direkomendasikan untuk menggunakan oli dengan tingkat kekentalan SAE 10w sebab seluruh komponen mesin baru

memiliki celah dinding yang sangat kecil, sehingga akan sulit dimasuki oleh oli yang memiliki kekentalan tinggi.

Tingkat kekentalan oli disebut Viscosity Grade, yaitu ukuran kekentalan dan kemampuan oli untuk mengalir pada temperatur tertentu menjadi prioritas terpenting dalam memilih oli. Kode pengenalan oli adalah berupa huruf SAE (*Society of Automotive Engineers*). Angka yang mengikuti di belakangnya, menunjukkan tingkat kekentalan oli tersebut. Misalnya oli yang bertuliskan SAE 10W-30, berarti oli tersebut memiliki tingkat kekentalan SAE 10 untuk kondisi suhu dingin dan SAE 30 pada kondisi suhu panas.

Semakin besar angka yang mengikuti kode oli menandakan semakin kentalnya oli tersebut. Sedangkan huruf W yang terdapat di belakang angka awal, merupakan singkatan dari winter. Dengan kondisi seperti ini, oli akan memberikan perlindungan optimal saat mesin start pada kondisi ekstrim sekalipun. Sementara itu dalam kondisi panas normal, idealnya oli akan bekerja pada kisaran angka kekentalan 30 menurut standar SAE.

2.15.2 Beberapa Sifat Penting Minyak Pelumas

Beberapa sifat minyak pelumas yang perlu diperhatikan jika diinginkan minyak pelumas memenuhi fungsinya, Khusus pada motor bensin [9].

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.** Pada temperatur tertentu, yang disebut titik tuang, minyak pelumas akan membentuk jaringan kristal yang menyebabkan minyak itu sukar mengalir.

3. **Kelumasan.** Minyak pelumas harus memiliki sifat melumasi yang cukup baik, yaitu dapat membasahi permukaan logam. Hal ini berarti dalam segala keadaan selalu akan terdapat lapisan minyak pelumas pada permukaan bagian mesin yang bersentuhan.
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, sehingga dapat berfungsi sebagaimana mestinya, baik dalam keadaan dingin, pada waktu mesin mulai berputar (*start*) maupun pada temperatur kerja.

2.15.3 Cara – cara Pelumasan

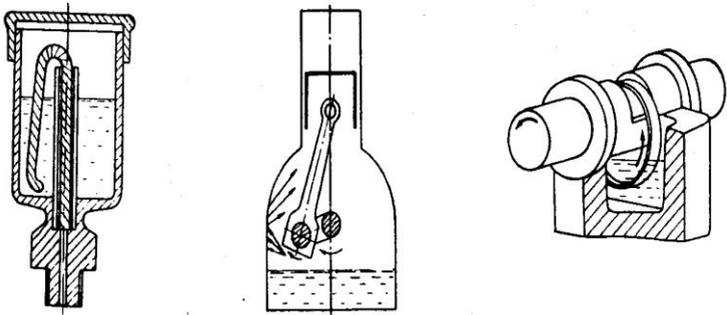
Sistem pelumasan yang biasa dipergunakan pada motor bensin adalah sistem penekanan penuh, yaitu minyak pelumas harus dapat mencapai seluruh bagian yang hendak dilumasi serta harus dapat memenuhi tugasnya dengan baik [10]. Secara umum sistem pelumasan yang dipakai bergantung pada konstruksi mesin dan kebutuhan akan pelumasan. Secara garis besar pelumasan seperti pada gambar 2.23 :

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 diteteskan dalam jumlah yang tetap dan teratur melalui sebuah katup jarum.



Gambar 2.23 Cara pelumasan : Sumbu, Percik dan Cincin [10]

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.

2.15.4 Tipe Pelumasan

2.15.4.1 Pelumasan Hidrostatik

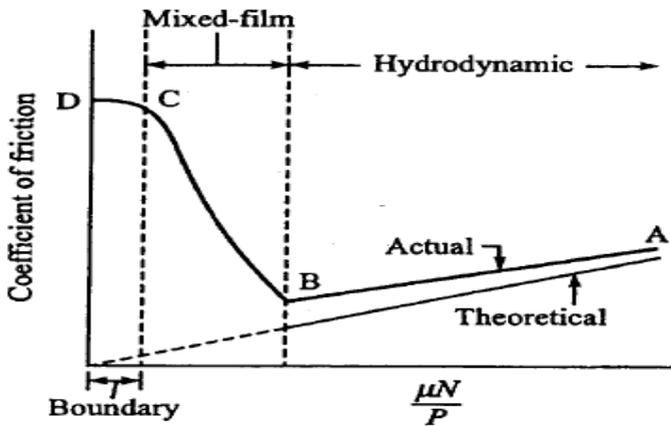
Pada pelumasan hidrostatik menggunakan pompa tekanan tinggi yang menekan minyak pelumas ke bagian yang bergerak. Pelumasan jenis ini tidak memerlukan gerakan relatif dan biasanya digunakan pada mesin-mesin yang bagian geraknya terlalu berat, seperti turbin yang berkapasitas besar. Tidak memungkinkan terjadinya pelumasan hidrodinamis pada saat start. Diperlukan tekanan yang besar pada lapisan minyak pelumas di antara poros dan bantalan. Tekanan tinggi dapat diperoleh dengan menggunakan pompa tekanan tinggi. Pelumasan hidrostatik disebut juga pelumasan tekanan luar karena tekanan yang timbul diakibatkan pengaruh kerja dari luar sistem. Setelah poros berputar dengan kecepatan tinggi biasanya pompa tekanan tinggi dapat dihentikan sementara pompa tekanan rendah sebagai pemasok minyak pelumas terus difungsikan. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada pelumasan hidrostatik adalah : besarnya beban yang disangga, tekanan masuk minyak pelumas, dan pada saat start, tidak pada putaran yang tinggi.

2.15.4.2 Pelumasan Hidrodinamik

Pelumasan hidrodinamik dapat didefinisikan sebagai suatu sistem pelumasan dimana diantara dua bidang yang saling bergerak aktif. Kemudian akan menghasilkan gaya angkat bagi kedua bidang tersebut yang mampu untuk mendukung beban yang terdapat pada kedua bidang tersebut, sehingga kedua bidang yang terdiri dari metal tidak saling bergesekan. Pada pelumasan dengan tipe hidrodinamik, permukaan yang bergesekan dipisahkan oleh pelumas secara sempurna. Dimana tekanan pada lapisan tipis pelumas dibangkitkan oleh gerakan relatif oleh kedua permukaan itu sendiri. Salah satu contoh penggunaan pelumasan dengan tipe hidrodinamis adalah gerakan rotasi yang terjadi pada bantalan luncur (*journal bearing*).

2.15.4.3 Pelumasan Bidang Batas (*Boundary Lubrication*)

Pelumasan bidang batas ini 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 kenaikan suhu pelumas. Pada keadaan 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 yang terbentuk dalam pelumasan jenis ini sangat rumit untuk dijelaskan, ketebalan lapisan tersebut hanya beberapa molekul.



Gambar 2.24 Hubungan antara coefficient of friction dan region pelumasan [19]

2.15.5 Perbedaan Kategori Base Pelumas dan Jenis – Jenis Minyak Pelumas

2.15.5.1 Kategori Base Pelumas

Tabel 2.4 American Petroleum Institute base stock [16]

Group	General description	Saturates (%)	Aromatics (%)	Sulfur (%)	Viscosity index
I	Solvent-refined mineral oil	<90 and/or	>10	>0.03	80-<120
II	Hydroprocessed	>90	<10	<0.03	80-<120
III	Hydrocracked (VHVI)	>90	<10	<0.03	120+
IV	PAO polyalphaolefins	(100)	(0)	(0)	
V	All others—other synthetics				

Badan standard international yang menangani tentang kualifikasi Base oil salah satunya adalah American Petroleum Institute (API). Pada Tabel 2.4 API telah mengkategorikan base oil menjadi lima kategori (API 1509). Tiga kelompok

pertama diperoleh dari minyak bumi atau bahan mineral. Group IV merupakan kelompok Full sintetis PAO (polyalphaolefin). Group V adalah untuk semua bahan dasar lain yang tidak termasuk dalam Grup I sampai IV. Sebelum semua aditif ditambahkan dicampur, pelumas terbagi dalam salah satu dari lima Group API ini.

Group I Base Group I merupakan base oil yang paling sederhana atau konvensional yang diproduksi dengan metode proses pemurnian biasa (solvent refining process). Base oil ini harus mempunyai kandungan sulfur di atas 0,03% atau kandungan pengotor antara 20-30% termasuk kandungan logam seperti Fe, Zn, Ni, dan Cu. Selain itu, kandungan senyawa hidrokarbon jenuh kurang dari 90% dan stabilitas viskositas kurang dari 80-120 atau viskositas sebesar ± 4 centi stokes serta memiliki warna kuning lebih jernih. Kisaran suhu untuk minyak ini adalah 32-150°F. Inilah sebabnya mengapa ini menjadi Base oil termurah di pasar.

Group II Base Oil Group II hampir sama dengan group I, yaitu kandungan sulfur kurang dari 0,03%, kandungan pengotor dibawah 10%, senyawa hidrokarbon jenuh >90% dan indeks viskositas 80-120 sehingga base oil group II ini lebih murni, lebih jenuh dan lebih stabil. Base Oil Group II biasanya diproduksi melalui proses hydrocracking, yang merupakan proses yang lebih kompleks daripada apa yang digunakan untuk Base Oil Group I. Semua molekul hidrokarbon merupakan minyak jenuh, Base Oil Group II memiliki sifat antioxidation yang lebih baik. Base oil jenis ini lebih baik dibandingkan dengan base oil group I. Namun, penggunaan pelumas base oil ini di dunia masih belum begitu besar.

Group III Base Oil Group III lebih unggul dimana kandungan sulfurnya kecil hanya dibawah 0,03% dengan warna coklat muda, kandungan senyawa hidrokarbon jenuh diatas 90% serta indeks viskositasnya minimal 120. Minyak ini diperhalus bahkan lebih bagus dari Base Oil Group II dan umumnya sangat hydrocracked (tekanan tinggi dan panas).

Proses pemurnian ini dirancang untuk mencapai base oil murni. Meskipun terbuat dari minyak mentah, Base Oil Group III kadang-kadang digambarkan sebagai hidrokarbon disintesis. Seperti Base Oil Group II, minyak ini juga menjadi lebih umum.

Group IV Base Oil Group IV merupakan jenis polyalphaolefins (PAO). Base Oil Group ini merupakan pelumas sintetis yang dibuat melalui beberapa proses. Type base oil ini memiliki rentang suhu yang lebih luas dan besar untuk digunakan dalam kondisi dingin yang ekstrim dan aplikasi panas tinggi.

Group V Base Oil Group V merupakan kelompok fullsynthetic yang diklasifikasikan sebagai semua base oil lainnya, termasuk silikon, ester fosfat, polialkilena glikol (PAG), polyolester, biolubes, dll. Base oil ini dicampur dengan bahan dasar lain untuk meningkatkan sifat minyak ini. Ester merupakan Base Oil Group V yang digunakan dalam formulasi pelumas yang berbeda untuk memperbaiki sifat-sifat Base Oil yang ada. Ester oil memiliki rentang suhu yang lebih tinggi dan memberikan detergensi superior dibandingkan dengan type base oil sintetis PAO, dengan kemampuan tersebut dapat meningkatkan jam penggunaannya.

2.15.5.2 Jenis – Jenis Minyak Pelumas

Oli menurut jenisnya beredar dipasaran ada tiga macam yaitu:

1. Oli Mineral

Oli mineral merupakan oli yang terbuat dari bahan dasar 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 oli ini banyak mengandung kotoran. Akibatnya daya tahan terhadap panas, oksidasi, gesekan lebih pendek dibandingkan oli sintetis.

2. Oli Semi Sintetik

Saat ini tidak ada kesepakatan yang jelas tentang definisi pelumas semi sintetik. Ada yang berpendapat pelumas semi sintetik adalah pelumas yang dibuat dengan campuran antara bahan dasar mineral dengan sintetik. Definisi lain menyebutkan pelumas semi sintetik adalah pelumas mineral yang telah diperbaiki sifat-sifatnya mendekati unjuk kerja pelumas sintetik. Dibuat sebagai salah satu cara untuk mengatasi kelemahan pelumas sintetik yang harganya jauh lebih tinggi dari oli mineral.

3. Oli Sintetik

Oli sintetik dibuat dari hidrokarbon yang telah mengalami proses khusus. Dibuat untuk melebihi kemampuan oli mineral. 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. Melalui proses kimia dihasilkan molekul dengan ukuran sama yang memiliki indeks viskositas tinggi, stabilitas thermal, ketahanan oksidasi dan kinerja yang optimal. Oleh sebab itu daya tahannya lebih lama. Oli sintetik cenderung tidak mengandung bahan karbon reaktif, senyawa yang sangat tidak bagus untuk oli, karena cenderung bergabung dengan oksigen sehingga menghasilkan acid (asam). Pada dasarnya, oli sintetik didesain untuk menghasilkan kinerja yang lebih efektif dibandingkan dengan oli mineral.

4. Oli Sintetik Penuh

Oli sintesis penuh (full synthetic oil) mengandung 100% bahan aditif, yaitu minyak dasar bahan kimia yang bukan dihasilkan dari penyulingan minyak bumi. Oli sintetik biasanya digunakan untuk mesin berteknologi canggih (turbo,

supercharger, dohc, etc.) juga yang membutuhkan pelumasan yang lebih baik (racing) dimana celah antar part atau logam lebih kecil/sempit/presisi, dimana hanya oli sintetik yang mampu melapisi dan mengalir sempurna. Oli sintetik tidak disarankan untuk mesin lama, dimana celah antar part biasanya sangat besar/renggang, sehingga apabila menggunakan oli sintetik biasanya menjadi lebih boros karena oli ikut masuk keruang pembakaran dan ikut terbakar sehingga oli cepat habis dan knalpot berasap.

2.16 Parameter Utama Analisa Pelumas

Menganalisa pelumas secara langsung di lapangan (onsite) terbatas hanya pada beberapa parameter. Tetapi parameter-parameter tersebut sudah dapat memberikan data yang akurat tentang kondisi pelumas dan kelayakannya untuk penggunaan lebih lanjut. Beberapa informasi penting tentang kondisi mesin dapat juga di peroleh, tetapi tidak selengkap analisa pelumas dengan spectrometric yang umumnya ada di laboratorium.

Beberapa parameter umum dari pelumas yang di uji secara langsung di lapangan (onsite) adalah:

1. Kekentalan (viscosity)
2. Kandungan air (water content)
3. Kandungan garam (salt content)
4. Polutan padat terlarut (insolubles)
5. Total Nilai Basa (TBN)
6. Total Nilai Asam (TAN)

2.16.1 Viskositas

Viskositas adalah sifat dasar terpenting dari pelumas. Pelumas dengan kekentalan yang sesuai membentuk lapisan film yang kuat pada celah bantalan, meminimalkan gesekan serta kebocoran. Standar kekentalan SAE 15W/40, angka pertama adalah nilai viskositas dalam satuan centiPois (cP). Kode angka multi grade seperti 15W/40, yang dapat di artikan bahwa pelumas memiliki tingkat kekentalan sama

dengan SAE 15 pada suhu udara dingin (W = Winter) dan SAE 40 pada suhu panas. Pelumas hidrolik, turbin, roda gigi mengacu pada standar kekentalan ISO (ISO VG). Kekentalan pelumas mesin dapat menurun akibat kontaminasi bahan bakar ringan dan rusaknya aditif polymer. Kekentalan dapat bertambah yang di akibatkan polutan jelaga atau di akibatkan kurang maksimalnya proses kerja filtrasi dan separasi. Proses penuaan pelumas sebagai akibat oksidasi dan pengaruh panas, juga menjadikan pelumas lebih kental. Kekentalan pelumas selalu di ukur dalam dua standar suhu, 40°C dan 100°C (ASTM D 445).

2.16.2 Kontaminan Air

Kontaminasi air dapat menimbulkan banyak permasalahan di berbagai aplikasi pelumasan, masalah korosi sangat erat kaitannya dengan polutan air. Dalam aplikasi pelumasan apa pun, polutan air dapat “mengantikan” atau mengurangi ketebalan lapisan pelumas, dan dapat pula menjadi katalis dari fasa penurunan kualitas pelumas. Hal ini merupakan masalah khusus yang di temui pada jenis pelumas sintesis berbahan dasar ester (banyak di pakai sebagai pelumas turbin) dimana sangat mudah bereaksi dengan setiap jenis polutan air. Kontaminasi air dalam bentuk emulsi dapat menaikkan kekentalan pelumas. Sering kali mengganggu kesetabilan dan merusak zat aditif pelumas. Permasalahan mulai timbul secara tersembunyi atau nyata terlihat pada semua sistim pelumasan dengan tingkat kontaminasi air selitar 0.2%, beberapa sistim pelumasan sangat sensitive terhadap kontaminasi air.

Air adalah polutan berbahaya di berbagai aplikasi pelumasan, penyebab berbagai kerusakan serius dan mahal. Kontaminasi air pada tangki pelumas menimbulkan tumbuhnya microbiologi, timbulnya ragi, jamur serta bakteri yang akan menyumbat filter dan juga sangat korosif pada sistim bahan bakar mesin. Pada aplikasi pelumasan beban

tinggi, terutama bila lapisan film pelumas sangat tipis (pelumasan roda gigi), kontaminasi air menyebabkan berkurang atau bahkan menghilangkan lapisan film pelumas. Bentuk lain kerusakan akibat air adalah timbulnya karat yang menyebar sepanjang jalur pelumas mengalir.

Terdapat banyak sumber potensial masuknya air dalam sistim pelumasan:

- a) Kebocoran air dari sistim pendinginan dan pemanas dengan media uap.
- b) Kondensasi pada tangki mau pun crankcase.
- c) Blow-by dari ruang bakar mesin.
- d) Kebocoran pada pipa pernafasan tangki .
- e) Kebocoran air pendingin jaket silinder akibat seal mesin yang aus.
- f) Pencemaran saat proses penambahan pelumas.

Bahaya kontaminasi air:

- a) Menimbulkan karat pada semua komponen logam.
- b) Menimbulkan kerusakan pada bantalan (bearing).
- c) Merusak zat aditif pada pelumas.
- d) Membentuk emulsi, air + pelumas.
- e) Menimbulkan uap bertekanan pada sistim pelumasan penyebab kavitasi.

2.16.3 Kontaminasi Garam (Salt)

Polutan garam mengindikasikan kontaminasi air laut yang sangat korosif di banding air biasa. Garam akan teroksidasi dan tertinggal pada jalur pelumasan saat bereaksi dengan panas mesin. Hal ini dapat menimbulkan kerusakan mesin dan sebagai katalis proses tumbuhnya karat dan keasaman di dalam sistim pelumasan. Garam bereaksi dengan lapisan timah pada bantalan dan membentuk serbuk timah yang keras yang akan menggores permukaan poros dan bantalan itu sendiri. Bila bercampur dengan gas dan polutan lain hasil proses pembakaran BBM berat, potensi kerusakan korosi, erosi, dan penyempitan jalur pelumasan

mesin. Batas maksimal untuk garam adalah 50 ppm, sebaiknya 0 ppm.

2.16.4 Polutan Padat Terlarut

Pengujian ini hanya berlaku pada jenis pelumas mesin diesel, dimana tingkat kontaminasi yang tinggi di bandingkan berbagai aplikasi dan sistim pelumasan lainnya. Terdapat pengecualian pada sejumlah aplikasi turbin gas di bidang aviasi, lazim di kenal sebagai masalah “black oil” Laboratorium mengukur jumlah polutan padat terlarut (insolubles) dengan standar ASTM D893, ini merupakan acuan praktisi industry dalam standar uji dan pengukuran.

Pengukuran insolubles dapat pula termasuk total insolubles dengan acuan IP316 yang menggunakan pelarut jenis heptane dan memiliki korelasi hasil pengukuran yang baik dengan standar ASTM D893. Pengujian lain seperti IC Photometer, memberikan indikasi karbon konten, keausan logam, abu bahan bakar yang bersifat logam dan kotoran pada udara.

Kemampuan aditif dispersan dan deterjen dari pelumas akan terpengaruh dan berkurang. Hal ini mempercepat kecendrungan timbulnya penumpukan kotoran di daerah sekitar torak bagian atas serta bagian-bagian ring piston. Tingginya tingkat insolubles akan menaikkan keausan dan gesekan pada komponen mesin. Hal ini dapat pula terindikasi dengan naiknya jumlah konsumsi pelumas yang sangat sering di temui pada mesin-mesin dengan kondisi buruk.

2.16.5 Total Base Number

Pengujian ini berhubungan erat dengan aplikasi pelumas mesin diesel dan tidak relevan pada aplikasi pelumas roda gigi, hidrolis dan turbin. Aditif basa pada pelumas berfungsi menetralkan kondisi asam yang terjadi hasil proses pembakaran (utamanya asam surfuric dan nitrit), asam organic dari hasil oksidasi pelumas dalam proses penuaan.

Total nilai basa (TBN) pelumas menunjukkan kemampuan pelumas dalam menetralkan kondisi keasaman pada mesin. Pemilihan nilai basa pelumas untuk suatu mesin di sesuaikan dengan pertimbangan jenis bahan bakar yang di pakai, kandungan sulfur, dan design mesin itu sendiri. Penurunan nilai basa pelumas bekas-pakai dari hasil analisa pelumas, menunjukkan degradasi aditif basa terhadap polutan asam serta indikasi kelayakan penggunaan kembali pelumas tersebut. Nilai basa (TBN) pada mesin diesel jenis trunk, akan bertendensi turun akibat polutan dari proses pembakaran. Tetapi nilai kesetabilan akan tercapai pada suatu titik dan terjaga dengan penambahan pelumas baru secara berkala. TBN pada bagian sistim pelumasan bearing mesin 2 langkah crosshead, dapat meningkat sebagai akibat kebocoran pelumas dengan TBN tinggi – umumnya dari kebocoran pelumas ruang bakar pada stuffing box, atau kesalahan dalam penambahan jenis pelumas.

Penurunan TBN pelumas sekitar 50% dari nilai awal mengindikasikan masa pakai pelumas mendekati periode penggantian. Indikasi lain yang juga dapat di jadikan acuan; minimum nilai basa pelumas adalah tujuh kali dari nilai sulfur bbm yang di pakai ($TBN = 7 \times \text{Sulfur}$). Pada kondisi pelumas seperti di atas, para produsen pelumas sering kali menyarankan penggantian pelumas secara keseluruhan, atau sebagian lalu di tambahkan pelumas baru agar nilai basa pelumas dalam batas yang aman. Rekomendasi ini juga sangat tergantung pada buku petunjuk masing-masing produsen mesin/peralatan yang di lumasi. $TBN = 7 \times \text{Kadar Sulfur BBM}$. Untuk mudahnya, pedoman pemilihan TBN pelumas adalah jenis bahan bakar yang di pakai dengan parameter utama adalah kadar sulfur, parameter lain adalah laju konsumsi pelumas dan kapasitas bak pelumas.

Turunnya TBN di sebabkan;

- a. Konsumsi pelumas yang rendah, berkaitan dengan jumlah top-up harian yang rendah pula
- b. Kapasitas tampung bak pelumas mesin yang kecil
- c. Penggunaan bbm dengan kadar sulfur tinggi.

TBN yang rendah pada pelumas bekas-pakai menunjukkan minimnya proteksi dari sisi pelumas terhadap resiko korosi pada bagian mesin; seputar mahkota piston bagian atas, ring piston, dan bantalan. Hal yang sama juga akan terjadi pada bagian mesin lainnya serta sistim pendinginan piston dengan media pelumas. TBN pada mesin berbahan bakar gas, sering kali menggunakan paket aditif dengan abu yang rendah. Magnesium sering dipakai sebagai aditif dalam aplikasi otomotif dengan kecendrungan menggunakan garam kalsium. Pemilihan aditif jenis low ash juga di dasari resiko penyalaan dini dari bahan bakar gas di dalam ruang bakar. TBN dalam aplikasi mesin BBG, dapat turun dengan cepat akibat kondisi kerja yang tinggi, terutama pada aplikasi landfill gas – dimana bahan bakar menjadi polutan utama pada pelumas.

2.16.6 Total Acid Number

Pelumas secara terus-menerus bereaksi dengan udara di atmosfer dengan membentuk oksidan organik yang bersifat asam. Dalam suhu ruangan, reaksi ini berjalan sangat lambat dan sedikit sekali berpengaruh pada pelumas. Pada suhu kerja yang lebih tinggi seperti di dalam mesin, laju reaksi berjalan sangat cepat. Pelumasan komponen mesin yang bergesekan adalah contoh nyata kondisi diatas, dimana suhu kerja sangat tinggi berbeda dengan bagian lain yang tidak bergesekan. Kondisi ini akan lebih buruk bila pelumas telah terkontaminasi dengan polutan padat, air, oksigen dan bahan bakar.

Polutan hasil oksidasi - asam organik seperti resin, tidak mudah bereaksi dengan aditif TBN. Resin meningkatkan

kekentalan pelumas, melapisi bagian mesin, dan harus di hilangkan dengan teknologi penyaringan yang baik. Nilai asam kuat adalah ukuran kekuatan asam di dalam pelumas. Nilai asam kuat mengindikasikan nilai aditif alkalin pelumas mesin yang telah habis selain menunjukkan tingkat korosi di dalam mesin. Mengukur nilai asam kuat dalam pelumas sangatlah mudah tetapi kurang lazim digunakan sebagai acuan, lebih lazim mengamati tingkat perubahan TBN pada pelumas dari waktu ke waktu. Total nilai asam (TAN) adalah ukuran asam organik lemah dan kuat di dalam pelumas. TAN berlaku pada aplikasi pelumas roda gigi, turbin gas, dan hidrolik. Total nilai asam tidak berhubungan secara langsung dengan pelumasan mesin bakar, kecuali bila pelumas sangat tercemar. Pengecualian khusus pada aplikasi pelumasan mesin berbahan bakar gas. Suhu kerja yang tinggi dapat menyebabkan TBN turun dengan cepat selain memproduksi asam organik dalam jumlah besar. Meningkatnya TAN secara umum berhubungan langsung dengan tingkat oksidasi pelumas akibat masa kerja dan suhu kerja.

Total nilai asam (TAN) tinggi mengakibatkan:

- a) Pembentukan lapisan kental yang terdiri dari varnish/resin.
- b) Meningkatkan kekentalan pelumas yang menurunkan efisiensi aliran/pompa.
- c) Resiko korosi mesin, terutama bila terdapat polutan air.

Suhu tinggi proses pembakaran mesin gas - terutama stoichiometric (1:1 air/fuel ratio) membuat TBN turun dengan cepat. Terlebih pada penggunaan gas landfill, pelumas hanya mampu bertahan sekitar 500 jam kerja. Pada aplikasi ini tingginya nilai asam (TAN) dan kekentalan adalah parameter penting pengindikasi masa kerja minyak pelumas. TAN akan naik secara perlahan pada aplikasi pelumas non-mesin bakar. Beberapa pelumas baru pada aplikasi non-mesin bakar, sudah memiliki nilai aditif asam

yang akan naik atau turun setelah dipakai. Memonitor TAN sebaiknya secara tendensi perubahan nilai dari waktu ke waktu.

2.17 Kinerja Mesin Kendaraan

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi kinerja traksi dari kendaraan adalah kemampuan dari tenaga penggerak kendaraan yaitu kemampuan dari mesin kendaraan. Walau sampai saat ini telah banyak dikembangkan energi alternatif untuk kendaraan atau mesin dengan sistem hybrid (*multi fuel engine*), namun sampai saat ini motor pembakaran dalam masih mempunyai keunggulan yang tak tertandingi dari segi tenaga yang dapat dihasilkan. Energi dari mesin alternatif yang berkembang hanya mampu memperbaiki konsumsi bahan bakar dan menurunkan polusi udara.

Kinerja dari mesin kendaraan umumnya ditunjukkan oleh besaran, yaitu tenaga yang dapat dihasilkan dan torsi yang dapat dihasilkan. Tenaga bersih yang dihasilkan pada proses output mesin disebut “brake horse power” (Bhp). Tenaga total yang dapat dihasilkan dari piston mesin disebut “indicated horse power” (Ihp). Sebagian dari indicated horse power ini hilang akibat gesekan dan energi kelembaman dari massa yang bergerak (Fhp). Hubungan antara tenaga tersebut dapat dirumuskan pada persamaan 2.22 :

$$Bhp = Ihp - Fhp \quad (2.22)$$

Untuk meningkatkan kinerja dari mesin yaitu meningkatkan tenaga yang dihasilkan mesin telah dikembangkan beberapa tekonogi untuk meningkatkan Ihp dan mereduksi Fhp.

Perkembangan teknologi mesin dalam usaha meningkatkan Indicated horse power diantaranya adalah:

- Penambahan jumlah katup pada setiap silinder yaitu dari 2 katup menjadi 4 katup atau penambahan jumlah cam untuk setiap silinder dari single cam menjadi twin cam.
- Perubahan sistem pemasukan bahan bakar dari mesin karburator menjadi sistem injeksi.
- Meningkatkan jumlah campuran bahan bakar atau tekanan campuran bahan bakar yang masuk dengan super charger atau turbo charger.
- Merubah sistem pengapian dari conventional coil ignition (CI) menjadi transistorized coil ignition (TCI) , capacitor discharge ignition (CDI), distributorless ignition (DLI), atau sistem elektronik ignition lainnya.

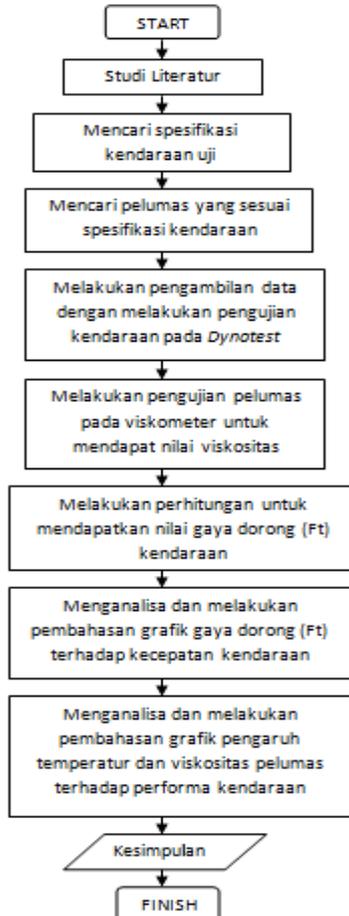
Perkembangan teknologi permesinan dalam usaha mengurangi tenaga mesin yang hilang akibat gesekan atau akibat kehilangan tenaga inerti (Fhp) diantaranya adalah:

- Memindahkan letak poros cam dari samping ketas silinder dengan sistem overhead cam shaft (OHC).
- Memperpendek langkah dan batang piston, serta merubah material piston dan batang piston dengan material yang lebih ringan.
- Meningkatkan kualitas bantalan agar gesekan yang terjadi seminimal mungkin.

Brake horse power dapat diukur dengan menggunakan dynamometer, sedangkan Fhp sukar dicari secara eksperimental. Fhp secara pendekatan dapat diukur menggunakan dynamometer dalam kondisi mesin yang mati. Fhp merupakan besarnya tenaga yang diperlukan dynamometer untuk dapat menjaga kondisi mesin yang mati pada temperatur oli, putaran, pembukaan bahan bakar dan kondisi lain yang tetap.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Tahap awal yang dilakukan pada penelitian seperti pada gambar 3.1 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 Sonic 150R. Tahap ketiga yaitu setelah diperoleh data kendaraan melalui pengujian, maka akan dilakukan analisa pengaruh dari ketiga jenis pelumas terhadap performa kendaraan.

3.2. Peralatan yang Digunakan

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Sepeda Motor Transmisi Manual, Honda Sonic 150R



Gambar 3.2 Honda Sonic 150R

Kendaraan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah motor Honda Sonic 150R keluaran tahun 2015 edisi pertama pada gambar 3.2. Kendaraan ini menggunakan transmisi manual pada sistem transmisi daya dari *engine* ke roda. Pada tugas akhir ini kondisi kendaraan yang digunakan tergolong baik karena pengguna kendaraan melakukan perawatan secara teratur.

2. Gelas Ukur

Untuk mengukur volume minyak pelumas saat diisikan kedalam *engine*. Agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh buku pedoman perawatan Honda Sonic 150R.

3. Minyak pelumas

Minyak Pelumas yang digunakan pada kendaraan uji menggunakan 3 variasi pelumas dengan nilai *viskositas* yang sama yaitu SAE 10W 30. Penggunaan viskositas SAE 10W 30 karena sesuai dengan spesifikasi viskositas yang dikeluarkan oleh PT. Astra Honda Motor, yang tertera pada buku pedoman perawatan Honda Sonic 150R.

4. *Thermometer* Digital

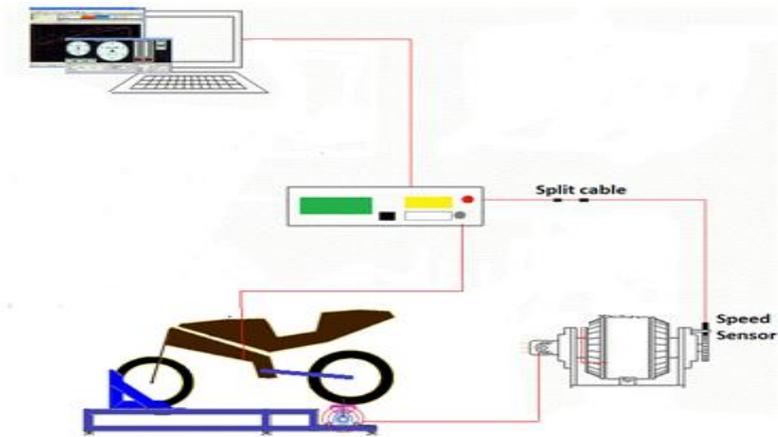
Digunakan *thermometer* digital untuk mengukur temperatur pelumas saat pengujian *dynotest*. *Thermometer* dipasang pada baut drain pelumas.

5. Alat *Dynotest*



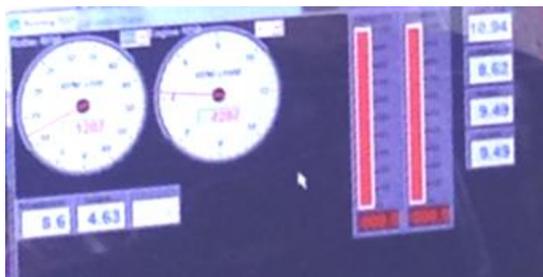
Gambar 3.3 Alat *Dynotest*

Alat *dynotest* pada gambar 3.3 ini digunakan untuk mengukur torsi *engine* 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 3.4 Skema *Dynotest* [20]

Skema dynotest pada gambar 3.4 yaitu menggunakan roller inersia dynamometer. Terdapat speed sensor untuk mengukur kecepatan roller inersia, data yang didapat dari sensor speed akan di teruskan kepada controller untuk diolah dengan perbandingan ratio putaran engine dan putaran roller, sehingga hasil akhir berupa torsi dan power dari sebuah *engine* kendaraan uji. Roller inersia dynamometer memiliki respon yang cepat terhadap pembacaan, prinsip kerjanya yaitu terdapat nilai inersia pada roller yang dikali dengan percepatan sudut roller sehingga di dapat torsi roller.



Gambar 3.5 Display *Software Dynotest*

Pada gambar 3.5 dapat dilihat display *software dynotest* yang terlihat pada layar. Pada saat melakukan *dynotest*, torsi engine kendaraan memutar *roller* pada alat *dynotest* yang akan direkam oleh *controller* dan putaran *engine* direkam oleh *controller* melalui kabel merah yang disambungkan ke kabel busi. Kabel merah yang di sambungkan pada kabel busi berfungsi sebagai pengirim sinyal, dimana sinyal akan dikirim apabila kabel busi dialiri listrik saat penyalan busi. Data – data yang terekam pada *contoller* akan diolah oleh *Sportdyno*, yaitu *software* untuk *dynotest* kendaraan.

6. Viskometer



Gambar 3.6 Viskometer

Pada gambar 3.6 adalah Viskometer yang digunakan untuk mengetahui nilai viskositas dari ketiga macam pelumas pada temperatur start dan finish pengujian *dynotest* (30 kali run). Pengukuran viskositas pelumas dilakukan setelah pengujian *dynotest*. Pengukuran viskositas pelumas dilakukan di Lab. Energi LPPM ITS.

3.3 Pelaksanaan Percobaan

Pelaksanaan eksperimen dan pengambilan data dalam penelitian ini bertempat :

- Pengujian Dynotest : Bengkel Iquteche Racing, Benowo, Surabaya, Jawa Timur
- Pengujian Viskositas: Laboratorium Energi dan Lingkungan Hidup, Kampus ITS, JL. Teknik Kimia, Sukolilo, Keputih, Surabaya, Jawa Timur.

3.4 Spesifikasi Kendaraan

Spesifikasi kendaraan uji (Honda Sonic 150R) pada tabel 2.2 yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Spesifikasi Honda Sonic 150R [6]

Tipe Mesin	4- Langkah DOHC 4-Valve, Silinder Tunggal
Kapasitas oli mesin	1,1 Liter
Diameter x Langkah	57,3 x 57,8
Kubikasi	149,16cc
Perbandingan Kompresi	11,3:1
Daya maksimum	16 Ps / 9000 rpm
Torsi maksimum	13,5 Nm / 8500 rpm
Tipe kopling	Kopling manual plat majemuk tipe basah
Tipe transmisi	Manual, 6- Kecepatan , 1-N-2-3-4-5-6
Tipe baterai	MF 12V 5AH
Busi	MR9C-9N
System Pengapian	Full Transistorized
Berat bersih	114 Kg

3.5 Skema Pengujian Dynotest

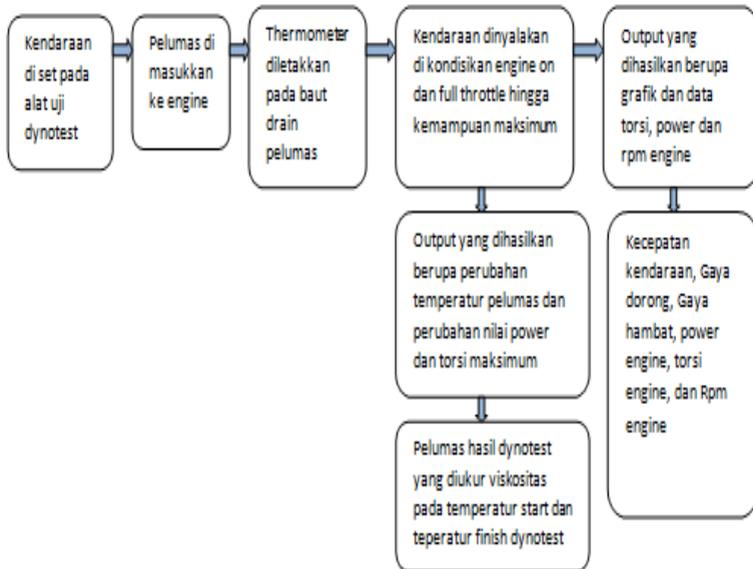
Skema pengujian pada gambar 3.7 diawali dengan set up kendaraan pada alat dynotest dengan menempatkan roda belakang kendaraan pada roller dynotest, kemudian roda depan di angkat oleh alat dynotest sehingga permukaan roda belakang kontak dengan roller dynotest. setelah itu kendaraan di ikat pada sisi kanan dan sisi kiri agar stabil pada saat pengujian berlangsung.

Kondisi ban dipastikan dalam kondisi baik dan tekanan angin ban sesuai standar.



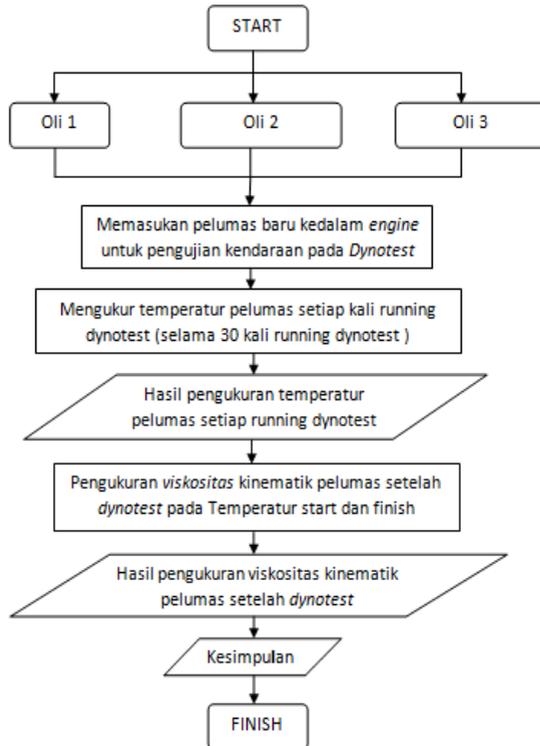
Gambar 3.7 Set Up Kendaraan pada Dynotest

Selanjutnya pelumas dimasukkan ke dalam engine, thermometer di pasang pada baut drain pelumas, yaitu pada sisi bawah engine. Untuk mengetahui temperatur pelumas saat engine on , start, dan finish pengujian dynotest. Selanjutnya kendaraan dinyalakan dan di running full throttle hingga kemampuan maksimum (limiter). pengujian dynotest untuk tiap pelumas sebanyak 30 kali, dengan pengujian nonstop sehingga di dapat kenaikan temperatur oli terhadap jumlah running dynotest. Hasil dari dynotest didapat torsi engine, power engine dan putaran engine. Selanjutnya pelumas di drain untuk dilakukan pengujian viskositas.



Gambar 3.8 Skema pengujian pengukuran torsi engine, power engine, putaran engine dan viskositas terhadap temperatur pelumas

3.6 Prosedur Pengujian Pelumas



Gambar 3.9 Diagram Alir Pengujian Pelumas

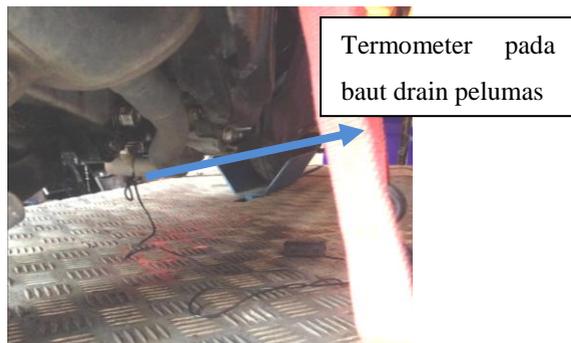
Adapun tahap – tahap pengujian pelumas seperti pada gambar 3.9 antara lain :

1. Menyiapkan pelumas baru 3 jenis.
2. Pelumas kemudian dimasukkan ke dalam engine.
3. Menyalakan mesin kendaraan, menunggu beberapa saat hingga pelumasan merata dan memutar handle throttle di atas mesin dynotest hingga kemampuan maksimum engine. Pengulangan dilakukan sebanyak 30 kali running untuk mengetahui perubahan temperatur oli.

4. Setelah running dynotest 30 kali, Pengujian viskositas kinematik pelumas menggunakan alat viskometer yang ada di Lab. Energi LPPM ITS dengan standart ASTM D445 (*Standart Test for Kinematic Viscosity*) pada temperatur start dan finish dynotest.
5. Mendapatkan hasil perbandingan nilai viskositas ketiga macam pelumas tersebut.

Penjelasan dari gambar 3.9 Diagram alir pengujian pelumas adalah sebagai berikut:

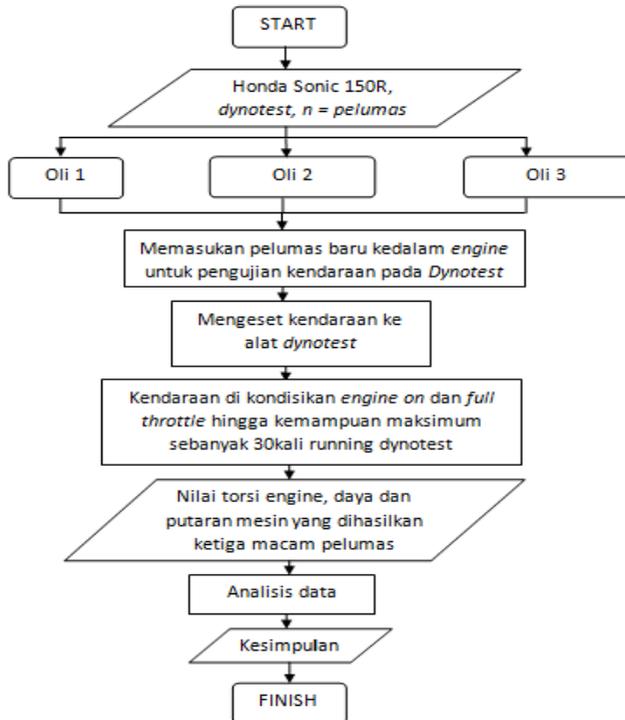
1. Menyiapkan pelumas baru lalu memasukkan ke dalam engine.
2. Mengukur perubahan temperatur pelumas seperti pada gambar 3.10 tiap satu kali running dynotest hingga 30 kali running dynotest, menggunakan thermometer yang diletakan pada baut drain oli. Temperatur start pelumas adalah 47°C kemudian dilakukan pengujian pelumas pada dynotest sebanyak 30 kali running. Sehingga di dapatkan temperatur finish pelumas.



Gambar 3.10 pengukuran temperatur pelumas

3. Setelah itu pelumas di drain dan dimasukkan ke dalam botol pelumas untuk selanjutnya di uji nilai viskositas pada temperatur start dan finish dynotest.

3.7 Prosedur Pengujian Kendaraan



Gambar 3.11 Diagram Alir Pengujian Kendaraan

Adapun tahap-tahap pengujian kendaraan seperti pada gambar 3.11 antara lain :

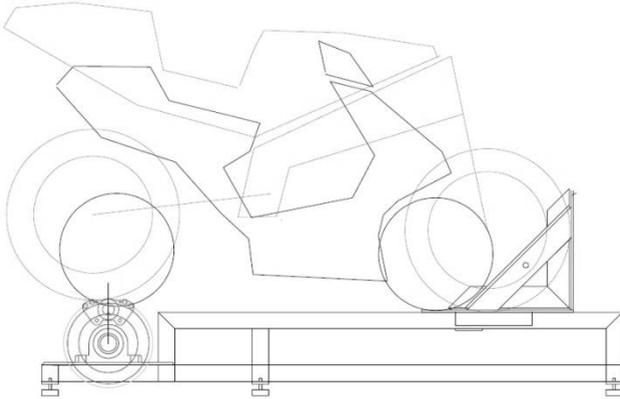
1. Menyiapkan objek penelitian, alat *dynotest*, dan pelumas *engine*
2. Menaikan kendaraan ke atas *dynotest*
3. Menyalakan mesin kendaraan, menunggu beberapa saat hingga pelumasan merata dan memutar handle throttle hingga kemampuan mesin maksimum, Pengukuran daya dan torsi dilakukan mulai rentang 4.000rpm hingga

10.000rpm dan dilakukan pengulangan 30 kali untuk tiap jenis pelumas. Data diambil pada gigi transmisi 4. Dikarenakan pada posisi gigi 4 power band lebih luas dan tenaga puncak lebih cepat terasa. Metode pengujian *performance* mesin berdasarkan ISO 1585, *an engine net power test code intended for road vehicles* .

4. Mengulangi langkah 1-3 dengan mengganti pelumas yang lain
5. Data torsi, daya, dan putaran mesin yang dihasilkan ketiga pelumas dapat dilihat pada layar alat *dynotest*.

Berikut adalah penjelasan dari gambar 3.11 adalah sebagai berikut :

1. Memposisikan kendaraan pada dynotest seperti pada gambar 3.12



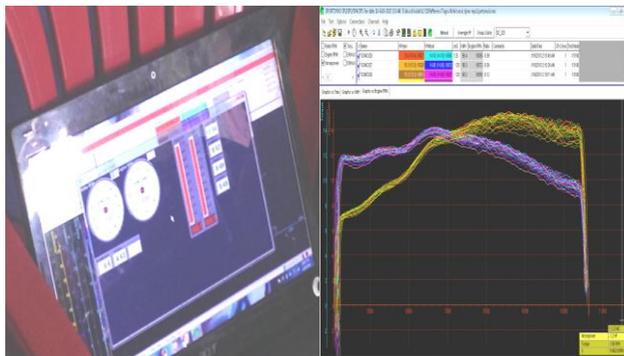
Gambar 3.12 Posisi kendaraan pada dynotest [20]

2. Menyalakan mesin kendaraan dan memutar handle throttle hingga kemampuan mesin maksimum seperti gambar 3.13. pengujian dynotest dilakukan 30 kali setiap pelumas.



Gambar 3.13 Proses running dynotest

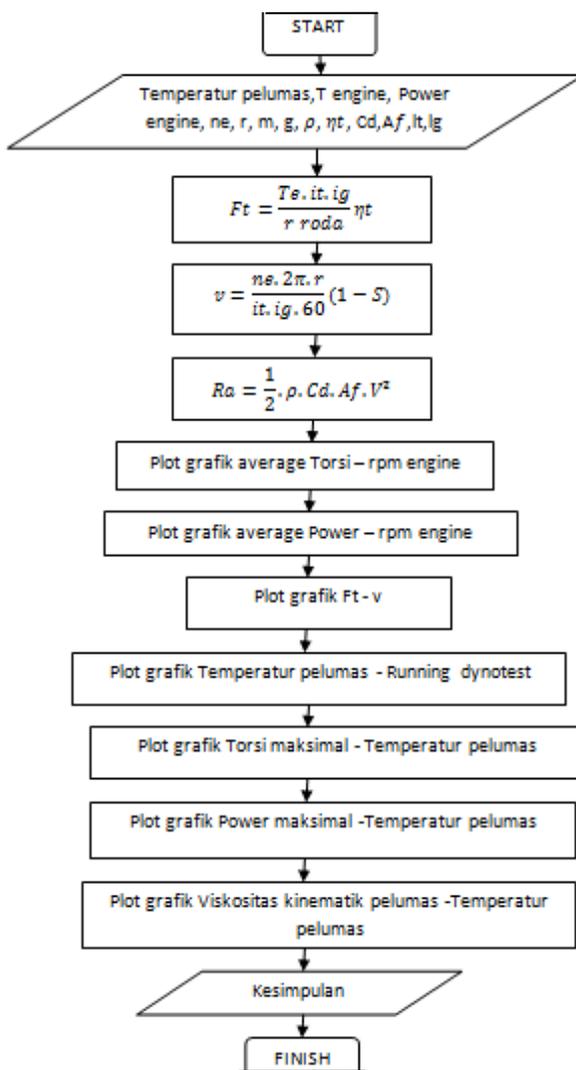
3. Didapatkan data seperti gambar 3.14 yakni torsi, power dan rpm engine yang dihasilkan oleh masing-masing pelumas.



Gambar 3.14 Display hasil dynotest

4. Mengulangi langkah 1-3 dengan pelumas yang lain.

3.8 Prosedur Perhitungan



Gambar 3.15 Diagram Alir Perhitungan

Adapun tahap - tahap perhitungan seperti pada gambar 3.15 antara lain :

1. Mengumpulkan data hasil *dynotest* yaitu Torsi engine, Power engine, putaran engine, temperatur pelumas dan jari – jari roda belakang kendaraan.
2. Menghitung gaya dorong kendaraan $Ft = \frac{T_{s.it.ig}}{r \text{ roda}} \eta t$
3. Menghitung kecepatan kendaraan $v = \frac{ns.2\pi.r}{it.ig.60} (1 - S)$
4. Menghitung gaya hambat akibat udara $Ra = \frac{1}{2} . Cd . \rho . Af . V^2$
5. Melakukan plot grafik average torsi – rpm engine
6. Melakukan plot grafik average power – rpm engine
7. Melakukan plot grafik Ft – v
8. Melakukan plot grafik temperatur pelumas - running dynotest
9. Melakukan plot grafik torsi maksimal – temperatur pelumas
10. Melakukan plot grafik power maksimal – temperatur pelumas
11. Melakukan plot grafik viskositas pelumas - temperatur pelumas
12. Membandingkan nilai gaya dorong (Ft), power (P), torsi (T), temperatur pelumas, dan viskositas kinematik pelumas pada kendaraan yang dihasilkan ketiga jenis variasi pelumas.
13. Melakukan analisa dan menarik kesimpulan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

4.1.1 Data Hasil Pengujian Viskositas Kinematik Pelumas

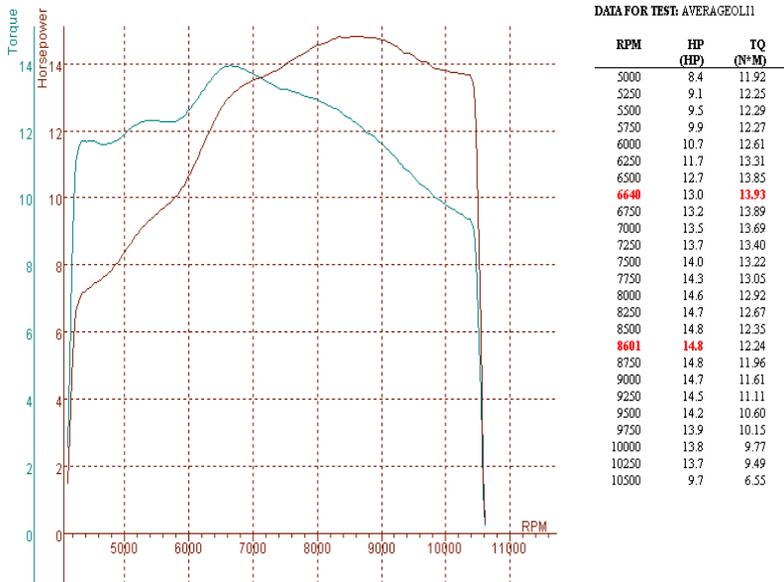
Pada tabel 4.1 merupakan data spesifikasi pelumas dan hasil pengujian viskositas kinematik hasil dynotest yang di uji pada Lab. Energi LPPM ITS dengan temperatur start dan finish dynotest.

Tabel 4.1 Data Spesifikasi Pelumas dan Hasil Uji Viskositas Kinematik

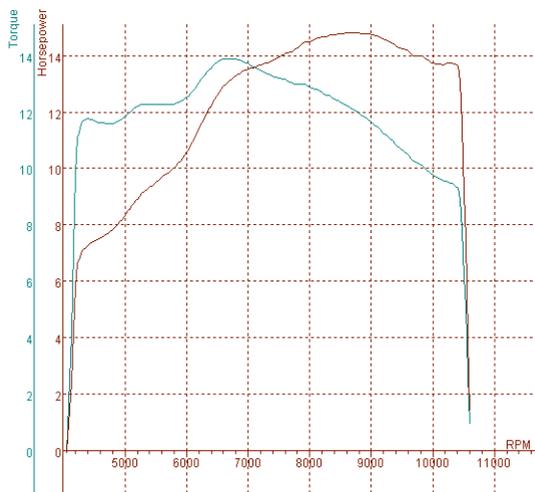
No	Nama Pelumas	Viskositas (SAE)	Klasifikasi API Service	Viskositas Kinematik (LPPM ITS)	Jenis Pelumas	HET (Februari 2018)
1.	 Oli 1	10W-30	API SJ (1996, Memenuhi persyaratan dalam bench test untuk wet filterability, gelation index, pembentukan busa dan deposit pada temperatur tinggi, batas kandungan fosfor, sebesar 0.10 mass %.)	Temperatur start 47°C=50,15 cSt Temperatur finish 96°C=11,44 cSt	Semi Syntetic	55.000
2.	 Oli 2	10W-30	API SL (2001, Telah diuji sesuai standard American Chemistry Council (ACC) Product Approval Code of Practice dan dapat menggunakan API Base Oil Interchange dan Viscosity Grade Engine Testing Guidelines)	Temperatur start 47°C=58,30 cSt Temperatur finish 93°C=14,14 cSt	Syntetic	95.000
3.	 Oli 3	10W-30	API SN (2011, Resource Conserving menggabungkan kinerja dengan kemampuan penghematan bahan bakar, perlindungan turbocharger, kecocokan dengan sistem pengendalian emisi)	Temperatur start 47°C=57,65 cSt Temperatur finish 95°C=12,85 cSt	Syntetic	87.500

4.1.2 Data Hasil Pengujian Kendaraan (Chassis Dynamometer)

Berikut ini merupakan data hasil pengujian kendaraan Honda Sonic 150R menggunakan dynotest yang telah dilakukan di bengkel Iquteche racing, Surabaya. Pengujian untuk tiap jenis pelumas dilakukan sebanyak 30 kali running dynotest. Kemudian dengan software *Sportdyno V3.8* di dapatkan nilai average torsi dan power terhadap rpm engine.



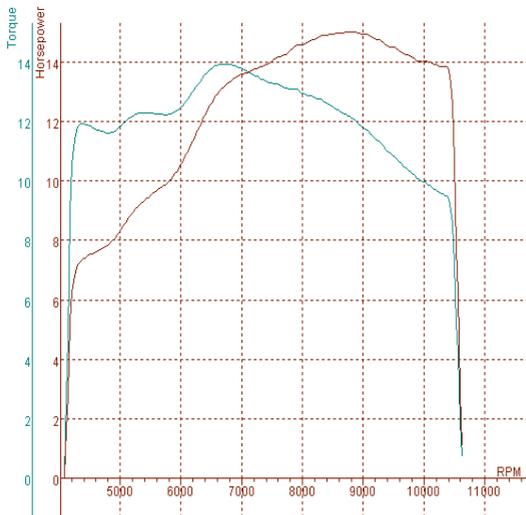
Gambar 4.1 Hasil average pengujian dynotest kendaraan dengan pelumas Oli 1



DATA FOR TEST: AVERAGEOLII2

RPM	HP (HP)	TQ (N*M)
5000	8.3	11.84
5250	9.1	12.25
5500	9.5	12.27
5750	9.9	12.26
6000	10.6	12.53
6250	11.7	13.23
6500	12.6	13.78
6673	13.1	13.90
6750	13.2	13.88
7000	13.5	13.68
7250	13.7	13.41
7500	14.0	13.19
7750	14.2	12.99
8000	14.5	12.87
8250	14.6	12.62
8500	14.8	12.35
8737	14.8	12.06
8750	14.8	12.03
9000	14.7	11.63
9250	14.5	11.15
9500	14.2	10.64
9750	14.0	10.18
10000	13.7	9.75
10250	13.7	9.51
10500	9.1	6.17

Gambar 4.2 Hasil average pengujian dynotest kendaraan dengan pelumas Oli 2



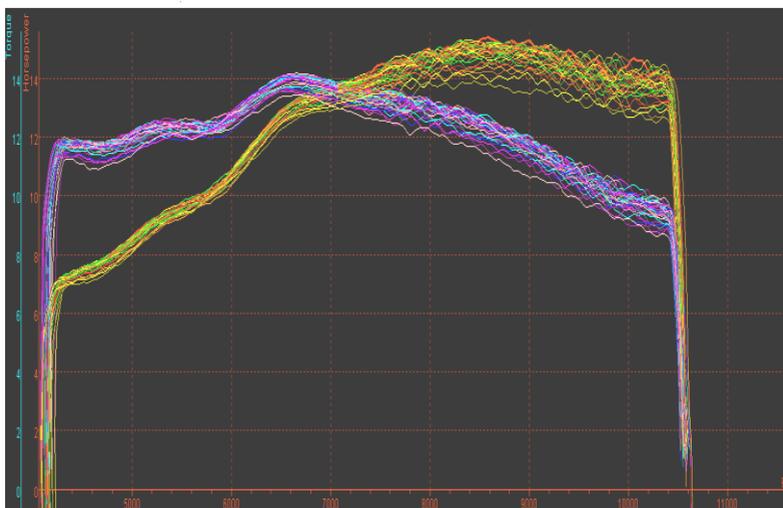
DATA FOR TEST: AVERAGEOLII3

RPM	HP (HP)	TQ (N*M)
5000	8.4	11.86
5250	9.1	12.23
5500	9.5	12.27
5750	9.9	12.22
6000	10.6	12.51
6250	11.6	13.19
6500	12.7	13.79
6723	13.2	13.93
6750	13.3	13.92
7000	13.6	13.77
7250	13.8	13.48
7500	14.0	13.27
7750	14.3	13.09
8000	14.6	12.94
8250	14.8	12.74
8500	14.9	12.47
8750	15.0	12.18
8825	15.0	12.09
9000	14.9	11.77
9250	14.7	11.31
9500	14.5	10.81
9750	14.2	10.34
10000	14.0	9.94
10250	13.9	9.60
10500	9.2	6.23

Gambar 4.3 Hasil average pengujian dynotest kendaraan dengan pelumas Oli 3

4.1.3 Data Hasil Dynotest Temperatur Pelumas Terhadap Performa Maksimum Engine

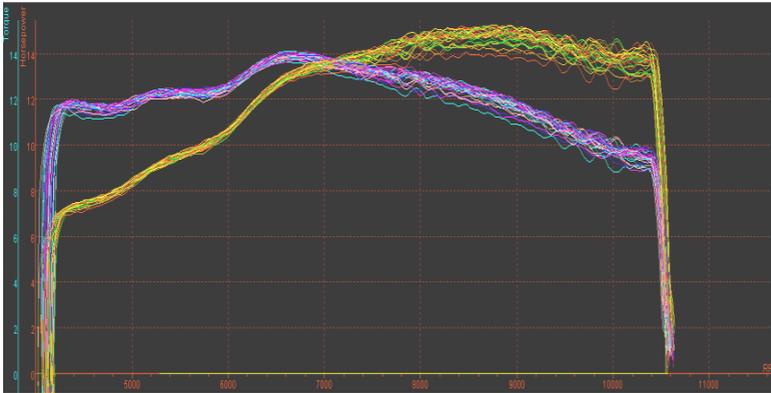
Berikut ini merupakan data hasil pengujian kendaraan Honda Sonic 150R menggunakan dynotest yang telah dilakukan di bengkel Iquteche racing, Surabaya. Pengujian untuk tiap jenis pelumas dilakukan sebanyak 30 kali running dynotest, kemudian tiap satu kali running dynotest didapatkan perbedaan temperatur pelumas, torsi dan power maksimum engine. Pembacaan hasil dynotest menggunakan software *Sportdyno V3.8*.



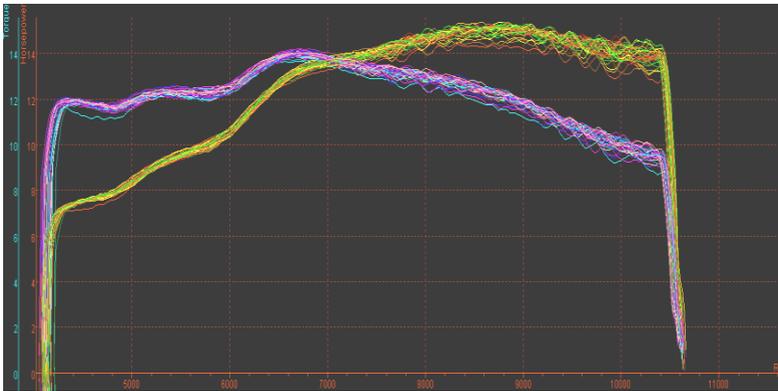
Gambar 4.4 Hasil pengujian 30x running dynotest kendaraan dengan pelumas Oli 1

Tabel 4.2 Hasil pengujian kenaikan temperatur terhadap power dan torsi maksimum pelumas Oli 1

Pengujian ke	Temperatur pelumas °C	Max. HP/ Rpm	Max. Torque/ Rpm
1	51,3	13,9 / 8472	13,44 / 6701
2	54	14,2 / 8273	13,63 / 6596
3	56,2	14,3 / 8917	13,57 / 6609
4	58,7	14,4 / 8595	13,68 / 6697
5	60,4	14,6 / 8941	13,73 / 6685
6	62,4	14,6 / 8883	13,74 / 6748
7	64,5	14,6 / 8713	13,70 / 6681
8	66,3	14,8 / 8767	13,81 / 6673
9	68,6	14,9 / 8728	13,87 / 6654
10	70,4	14,9 / 8450	13,89 / 6642
11	72	14,9 / 8846	14,03 / 6667
12	73,5	14,9 / 8285	14,06 / 6609
13	75,4	15,0 / 8883	14,07 / 6642
14	77,5	15,0 / 8895	14,02 / 6741
15	78,4	15,0 / 8992	14,04 / 6691
16	79,4	15,0 / 8858	13,99 / 6622
17	80,9	15,2 / 8298	14,05 / 6710
18	82,1	15,1 / 8664	14,01 / 6705
19	83,5	15,1 / 8665	14,11 / 6553
20	84,5	15,2 / 8398	14,05 / 6638
21	85,8	15,2 / 8527	14,12 / 6632
22	87,7	15,2 / 8787	14,09 / 6663
23	88,2	15,2 / 8529	14,13 / 6665
24	89,2	15,3 / 8322	14,13 / 6643
25	90,2	15,1 / 8754	14,18 / 6678
26	90,6	15,3 / 8410	14,09 / 6804
27	91,5	15,3 / 8811	14,08 / 6687
28	93	15,3 / 8326	14,06 / 6653
29	94,2	15,4 / 8621	14,10 / 6580
30	95,7	15,4 / 8538	14,09 / 6678
AVERAGE		14,8 / 8601	13,93 / 6640



Gambar 4.5 Hasil pengujian 30x running dynotest kendaraan dengan pelumas Oli 2



Gambar 4.6 Hasil pengujian 30x running dynotest kendaraan dengan pelumas Oli 3

Tabel 4.3 Hasil pengujian kenaikan temperatur terhadap power dan torsi maksimum pelumas Oli 2

Pengujian ke	Temperatur pelumas °C	Max. HP/ Rpm	Max. Torque/ Rpm
1	50,6	14,1/8489	13,66/6594
2	52,7	14,3/8417	13,81/6755
3	54,8	14,4/8701	13,73/6751
4	56,7	14,5/8332	13,91/6704
5	58,9	14,5/8915	13,84/6653
6	61,2	14,6/8768	13,77/6724
7	63	14,7/8484	13,95/6627
8	64,9	14,8/8643	13,99/6712
9	67	14,9/8750	13,99/6718
10	68,8	14,9/8484	13,93/6690
11	70,4	15/8930	14,09/6661
12	71,9	15,1/8559	14/6713
13	73,1	14,9/8236	13,92/6873
14	74,5	15/8750	13,9/6813
15	76,1	14,9/8685	13,79/6804
16	77,5	15/8980	13,88/6727
17	78,6	15/9052	13,89/6754
18	80,4	15,1/8883	13,78/6661
19	81,6	15,2/8618	14/6812
20	83,1	15,1/8951	13,86/6842
21	84,2	15,2/8878	13,99/6564
22	85,4	15,2/8675	13,97/6776
23	86,8	15,2/8652	14/6702
24	87,3	15,2/8805	14,02/6790
25	88,8	15,2/8451	14,11/6637
26	89,9	15,2/8952	13,99/6605
27	90,7	15,3/8934	14,02/6620
28	91,8	15,3/8784	14,09/6836
29	92,4	15/8834	13,77/6835
30	93,2	15,1/8873	13,87/6673
AVERAGE		14,8/8737	13,90/6673

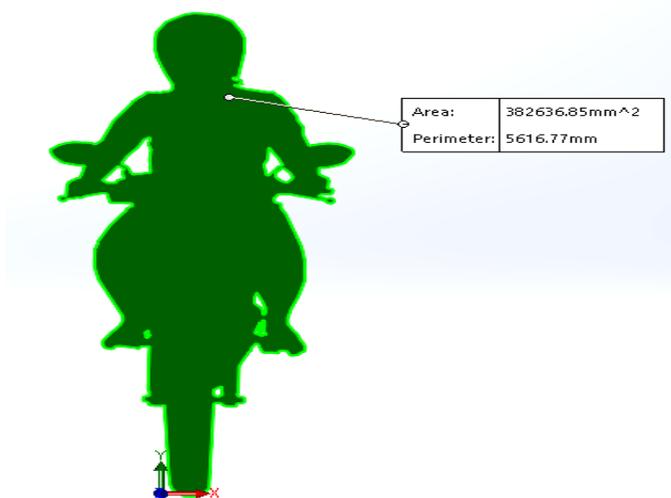
Tabel 4.4 Hasil pengujian kenaikan temperatur terhadap power dan torsi maksimum pelumas Oli 3

Pengujian ke	Temperatur pelumas °C	Max. HP/ Rpm	Max. Torque/ Rpm
1	52,2	14,4/8352	13,64/6751
2	54,3	14,7/8994	13,85/6770
3	56,4	14,6/9002	13,88/6657
4	58,8	14,8/8793	13,90/6695
5	60,9	14,9/8867	14,07/6729
6	62,5	15,1/8341	13,97/6864
7	64,8	15/9050	13,98/6680
8	66,9	15,1/8776	14,04/6652
9	68,7	15,3/8652	13,99/6649
10	70,6	15,2/8719	14,13/6831
11	72,3	15,2/8878	14,15/6746
12	73,8	15,4/8821	14,19/6723
13	75	15,1/8469	13,91/6613
14	77,8	15,2/8843	13,87/6633
15	78,2	15,4/8850	14,06/6810
16	79,2	15,3/8538	13,92/6951
17	80,8	15,3/8780	13,87/6699
18	81,9	15,2/8480	14,10/6706
19	83,3	15,3/8847	13,91/6800
20	84,5	15,2/8934	14,07/6742
21	85,7	15,2/8804	13,94/6630
22	87	15,3/8809	13,95/6775
23	88,3	15,2/8895	13,74/6606
24	89,5	15,2/8837	13,84/6652
25	90,3	15,2/8721	13,83/6689
26	91,1	15,3/8375	13,96/6762
27	92,2	15,2/8314	14/6841
28	93,3	15,3/9094	13,88/6780
29	94,5	15,4/8597	14,02/6690
30	95	15,3/9054	14,01/6707
AVERAGE		15/8825	13,93/6723

4.1.4 Data Hasil Pengukuran Luas Frontal

Berikut ini adalah data hasil pengukuran luas frontal kendaraan beserta pengendara. Gambar 4.7 menunjukkan simulasi saat kendaraan berhenti. Kondisi pengendara kendaraan

juga disimulasikan menggunakan helm, sesuai standar peraturan lalu lintas.



Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Luas Frontal Kendaraan dan pengendara pada software Solidwork 2014

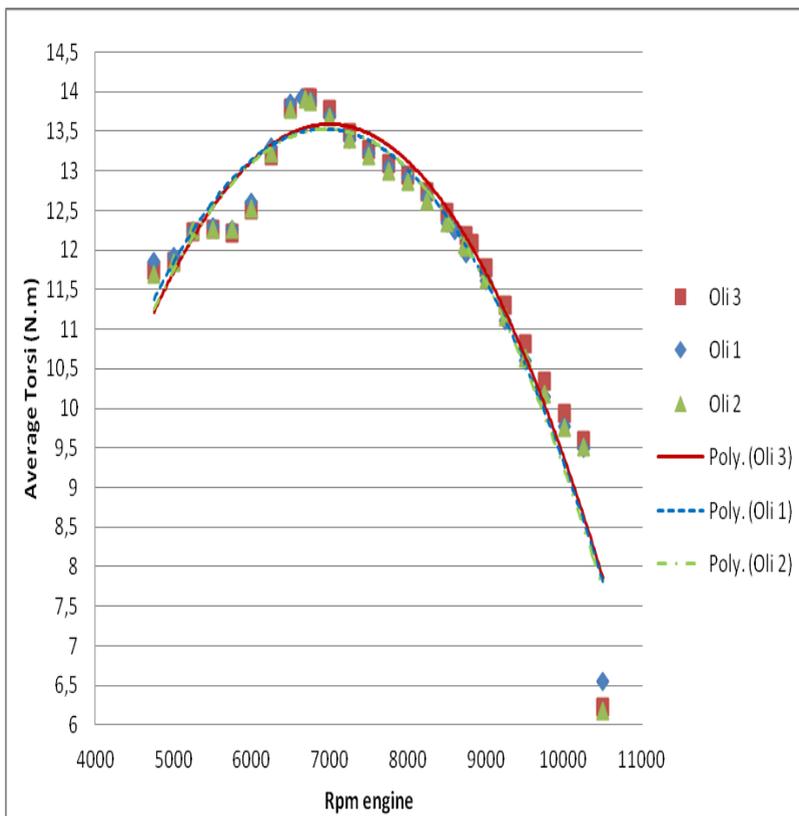
Luas frontal kendaraan dan pengendara diperoleh dengan cara mengambil gambar tampak depan. Kemudian gambar tersebut diolah ke dalam software Solidwork 2014. Pada software tersebut terdapat fitur measure yang berfungsi untuk mengetahui luas permukaan suatu benda. Dari gambar 4.7 terlihat bahwa luas frontal kendaraan dan pengendara adalah senilai $382636,85\text{mm}^2$ atau sebesar $0,382636\text{ m}^2$. Untuk verifikasi hasil pengukuran frontal area tersebut digunakan software ImageJ yang banyak digunakan pada skala internasional untuk menentukan luasan hasil foto. Pada ImageJ luas frontal adalah senilai $0,3731\text{ m}^2$.

4.2 Analisa Data dan Pembahasan

4.2.1 Grafik Torsi dengan Rpm Engine pelumas

Dengan menggunakan grafik hubungan torsi engine dengan putaran engine yang didapat dari pengujian dynotest. Nilai torsi

engine nantinya akan digunakan untuk mencari nilai gaya dorong. Sedangkan putaran engine nantinya akan digunakan untuk mencari nilai dari kecepatan kendaraan.



Gambar 4.8 Grafik perbandingan average torsi engine dengan putaran engine Honda Sonic 150R terhadap variasi tiga jenis pelumas

Gambar 4.8 menunjukkan grafik pengaruh average torsi engine dengan rpm engine pada sepeda motor Honda Sonic 150R dengan

menggunakan oli standar motor jenis semi sintetik (Oli 1) dan dua jenis oli sintetik (Oli 2 dan Oli 3). Dari data yang dihasilkan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Gambar 4.8 menunjukkan pengaruh ketiga jenis minyak pelumas terhadap kenaikan torsi terjadi pada saat putaran mesin dari 4750rpm sampai 7000rpm. Sedangkan penurunan torsi terjadi setelah rpm engine 7000rpm sampai 10500rpm.
- b. Gambar 4.8 menunjukkan pelumas Oli 3 memberikan pengaruh torsi maksimal sebesar 13,93 N.m pada putaran engine 6723 rpm, Pelumas Oli 2 memberikan pengaruh torsi maksimal sebesar 13,90 N.m pada putaran engine 6673 rpm, dan pelumas Oli 1 memberikan pengaruh torsi maksimal sebesar 13,93 N.m pada putaran 6640 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh oli sintetik (Oli 2 dan Oli 3) memberikan nilai torsi maksimal pada rpm engine yang lebih tinggi pada kendaraan Honda Sonic 150R. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Pramana [13] dimana pengaruh oli sintetik lebih baik dari oli semi sintetik terhadap torsi engine, namun selisih torsi maksimum masing-masing pelumas yang diuji sangat kecil.
- c. Gambar 4.8 menunjukkan viskositas kinematik pelumas akan mempengaruhi nilai torsi engine. Pada high rpm engine speed, menurut Stribeck curve akan terjadi hydrodynamic lubrication dimana pelumas dengan viskositas kinematik tinggi menyebabkan friction coefficient semakin besar sehingga torsi engine yang dihasilkan menurun. Tetapi variasi jenis pelumas saat pengujian dilakukan pada satu range viskositas yang sama yaitu SAE 10W 30, sehingga perbedaan viskositas kinematik tidak terlalu besar. Maka pelumas dengan base oil dan zat aditiv yang lebih baik akan menghasilkan torsi lebih besar yang terdapat pada (Oli 3). Hasil ini sesuai dengan penelitian Singh [17] bahwa pelumas dengan

viskositas kinematik rendah pada high rpm engine speed akan menurunkan nilai friction power.

- d. Gambar 4.8 menunjukkan oli semi sintetik (Oli 1) pada rpm engine rendah mampu menghasilkan torsi yang paling tinggi karena nilai viskositas kinematik paling rendah, sedangkan pada rpm engine tinggi torsi yang dihasilkan (Oli 1) berada di antara (Oli 3 dan Oli 2). Oli 3 menghasilkan torsi paling tinggi pada rpm engine tinggi. Terlihat bahwa oli sintetik (Oli 3) lebih baik dalam mereduksi friction power yang dihasilkan engine, karena oli sintetik memiliki base oil dan zat aditiv yang lebih baik. Dimana saat rpm engine tinggi, oli sintetik mampu mereduksi friction power sehingga torsi lebih besar dari oli semi sintetik.

4.2.2 Grafik Power dengan Rpm Engine pelumas

Pengujian *dynotest* untuk daya motor Honda Sonic 150R dari ketiga jenis minyak pelumas yaitu Oli 1, Oli 2, dan Oli 3 dengan menggunakan bahan bakar Pertamina. Pengambilan data dimulai pada temperatur pelumas 47°C dan putaran mesin 4000 sampai putaran 10500 rpm dengan kondisi motor standar pabrik.

Gambar 4.9 menunjukkan grafik pengaruh average power engine dengan rpm engine pada sepeda motor Honda Sonic 150R dengan menggunakan oli standar motor jenis semi sintetik (Oli 1) dan dua jenis oli sintetik (Oli 2 dan Oli 3). Dari data yang dihasilkan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

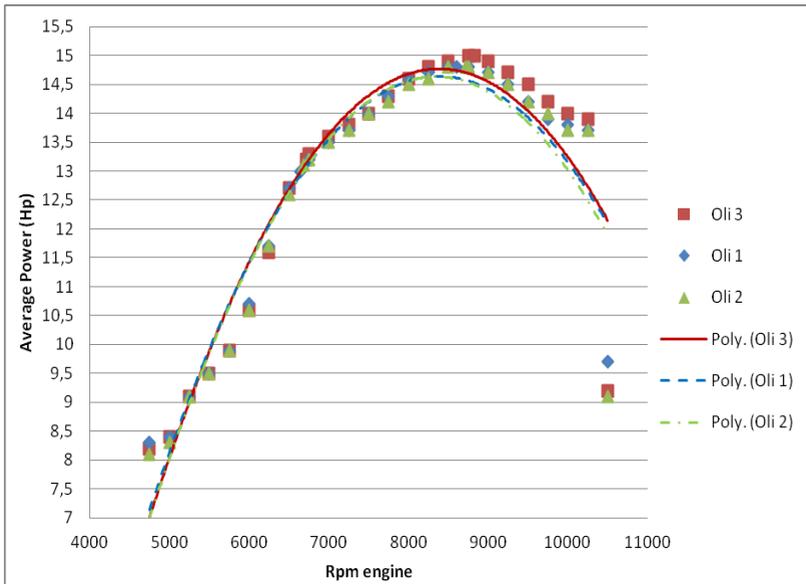
- a. Gambar 4.9 menunjukkan pengaruh ketiga jenis minyak pelumas terhadap kenaikan power terlihat pada putaran 4750 rpm sampai putaran 8800 rpm. Setelah putaran 8800 rpm pengaruh tiap jenis pelumas terhadap power mengalami penurunan hingga 10500 rpm.
- b. Gambar 4.9 menunjukkan pelumas Oli 3 memberikan pengaruh power maksimal sebesar 15 HP pada putaran engine 8825 rpm, pelumas Oli 2 memberikan pengaruh

power maksimal sebesar 14,8 HP pada putaran engine 8737 rpm, dan pelumas Oli 1 memberikan pengaruh Power maksimal sebesar 14,8 HP pada putaran engine 8601 rpm. Dari data tersebut menunjukkan bahwa pelumas (Oli 3) memberikan pengaruh power maksimal paling tinggi setelah pelumas (Oli 2) dan (Oli 1). Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa rata-rata oli sintetik memiliki pengaruh lebih baik terhadap power maksimum yang dihasilkan oleh engine. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Silaban [18] bahwa penggunaan pelumas sintesis menghasilkan daya poros yang lebih besar dibandingkan pelumas mineral, hal tersebut terjadi disebabkan kemampuan aliran pelumas sintetik lebih baik dari pelumas mineral, sehingga rugi-rugi daya disepanjang jalur aliran pelumas mineral lebih besar dari pelumas sintetik.

- c. Gambar 4.9 menunjukkan viskositas kinematik pelumas berpengaruh terhadap power yang dihasilkan engine, yaitu pelumas dengan nilai viskositas kinematik tinggi akan menghasilkan pengaruh power yang relatif lebih kecil. Pelumas (Oli 2) memberikan pengaruh kurva kenaikan power paling kecil karena pelumas (Oli 2) memiliki nilai viskositas kinematik paling tinggi, hal ini dikarenakan pengaruh kekentalan minyak pelumas yang tinggi menyebabkan gaya tahanan terhadap komponen mesin menjadi semakin besar atau membuat mesin semakin berat sehingga mengurangi nilai power dari mesin. Tetapi variasi jenis pelumas saat pengujian dilakukan pada satu range viskositas yang sama yaitu SAE 10W 30, sehingga perbedaan viskositas kinematik tidak terlalu besar. Maka pelumas dengan base oil dan zat aditiv yang lebih baik akan menghasilkan power lebih besar yang terdapat pada (Oli 3). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pramana [13] yang mengatakan bahwa semakin tinggi nilai viskositas

pelumas yang digunakan maka daya yang dihasilkan pada mesin akan semakin berkurang.

- d. Gambar 4.9 menunjukkan oli semi sintetik (Oli 1) pada rpm rendah mampu menghasilkan power yang paling tinggi karena nilai viskositas kinematik paling rendah dan power yang dihasilkan (Oli 1) berada di antara (Oli 3) dan (Oli 2) pada rpm engine tinggi. Sedangkan pada rpm tinggi (Oli 3) menghasilkan power paling tinggi. Pelumas sintetik (Oli 3) lebih mampu mereduksi friction power, karena oli sintetik memiliki base oil dan juga zat aditiv yang lebih baik. Dimana saat rpm engine tinggi, oli sintetik mampu mereduksi friction power sehingga power lebih besar dari oli semi sintetik.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan average power engine dengan putaran engine Honda Sonic 150R terhadap variasi tiga jenis pelumas

4.3 Perhitungan Hasil Pengujian Dynotest

Berikut merupakan contoh perhitungan hasil pengujian dynamometer menggunakan kendaraan sepeda motor Sonic 150R PGM-Fi transmisi manual.

- Rasio perbandingan transmisi pada gigi 4

$$I_t = 1.227$$

- Rasio perbandingan final

$$I_g = 9.128$$

- Kecepatan kendaraan

$$v = \frac{m.s.2\pi.r}{i.t.i.g.60} (1 - S)$$

$$v = \frac{4750.2\pi.0.285}{1,227.9,128.60} \cdot 0,96$$

$$v = 12,15081 \text{ m/s}$$

$$v = 43,7429 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Gaya dorong pada roda

$$F_t = \frac{i.t.i.g.M_e}{r} \eta_t$$

$$F_t = \frac{1.227 \times 9.128 \times 11.85}{0.2588} \cdot 95\%$$

$$F_t = 442.4022 \text{ N}$$

- Gaya Hambat

$$R_a = 1/2 \cdot \rho \cdot C_d \cdot A_f \cdot V^2$$

$$R_a = 1/2 \cdot 1,145 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,8 \cdot 0,38 \text{ m}^2 \cdot (12,15081 \text{ m/s})^2$$

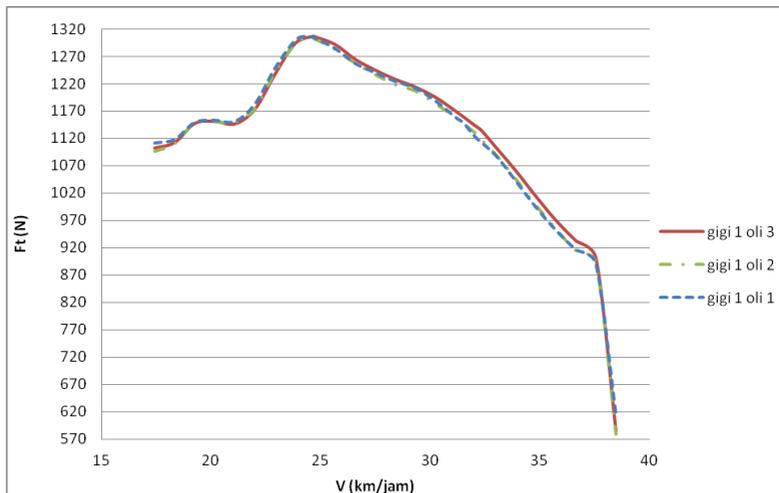
$$R_a = 57.840 \text{ N}$$

4.4 Analisa Perbandingan Performa Pelumas Terhadap Kendaraan

Dari hasil pengujian dynotest dengan variasi tiga jenis pelumas. Menggunakan nilai torsi dan putaran engine di olah

kedalam grafik gaya dorong terhadap kecepatan kendaraan. Untuk tabel perhitungan pada lampiran A1 dan rasio transmisi pada lampiran A2.

4.4.1 Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 1

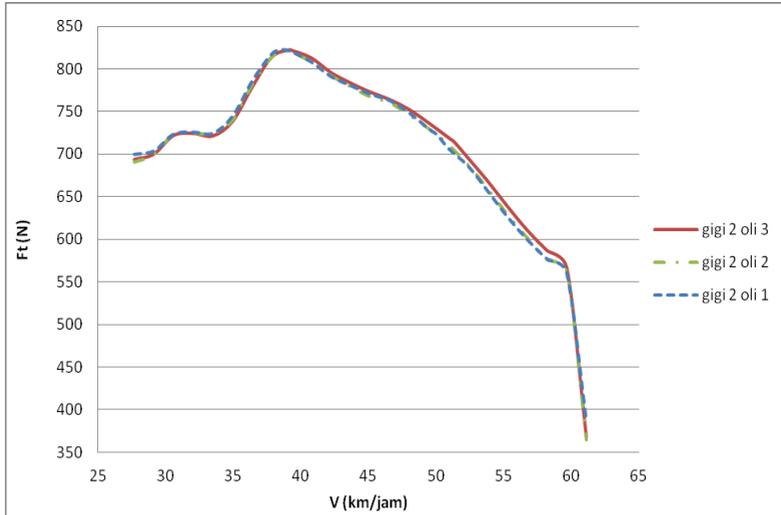


Gambar 4.10 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada gigi 1

Gambar 4.10 menunjukkan nilai perbandingan gaya dorong kendaraan. Dimana F_t merupakan hasil dari persamaan (2.1) dan V merupakan hasil dari persamaan (2.3). Variasi jenis pelumas berpengaruh terhadap torsi engine. Pada gigi transmisi 1, nilai aerodynamic resistance maksimal sebesar 44,76 N yang didapatkan dari persamaan (2.6). Sedangkan pada persamaan (2.16), pelumas dengan μ rendah akan menyebabkan F rendah kemudian torsi yang dihasilkan paling tinggi. Pelumas (Oli 1) memiliki gaya dorong maksimum 1306,71 N pada kecepatan 24,33km/jam, Pelumas (Oli 3) memiliki gaya dorong maksimum

1306,71 N pada kecepatan 24,64km/jam dan Pelumas (Oli 2) memiliki gaya dorong maksimum 1303,895 N pada kecepatan 24,45km/jam. Nilai gaya dorong maksimum dari ketiga jenis pelumas memiliki perbedaan yang kecil. Pada kecepatan 17,41 km/jam hingga 24,33km/jam (Oli 1) memiliki gaya dorong yang paling tinggi. Sedangkan pada kecepatan diatas 24,64 km/jam hingga 38,48 km/jam (Oli 3) memiliki gaya dorong paling tinggi, hal ini karena pengaruh base oil dan zat aditiv pada pelumas tersebut lebih baik dari pelumas yang lain. Sehingga mampu mereduksi friction power dengan baik dan torsi engine tersalurkan dengan baik. Hasil ini sesuai dengan penelitian Singh [17] bahwa pelumas dengan viskositas kinematik rendah pada kecepatan putar engine tinggi akan menurunkan nilai friction power.

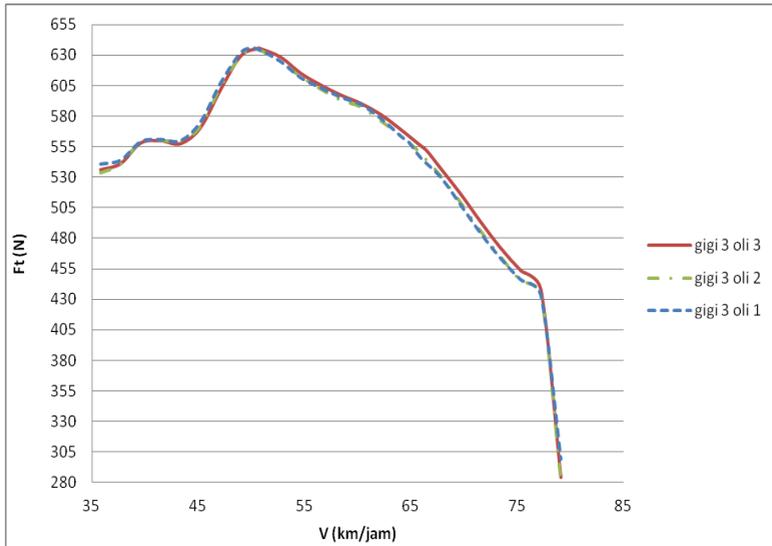
4.4.2 Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 2



Gambar 4.11 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 2

Gambar 4.11 menunjukkan nilai perbandingan gaya dorong kendaraan. Dimana F_t merupakan hasil dari persamaan (2.1) dan V merupakan hasil dari persamaan (2.3). Variasi jenis pelumas berpengaruh terhadap torsi engine. Pada gigi transmisi 2, nilai aerodynamic resistance maksimal sebesar 112,94 N yang didapatkan dari persamaan (2.6). Sedangkan pada persamaan (2.16), pelumas dengan μ rendah akan menyebabkan F rendah kemudian torsi yang dihasilkan paling tinggi. Pelumas (Oli 1) memiliki gaya dorong maksimum 822,6802 N pada kecepatan 38,65 km/jam, Pelumas (Oli 3) memiliki gaya dorong maksimum 822,6802 N pada kecepatan 39,13km/jam dan Pelumas (Oli 2) memiliki gaya dorong maksimum 820,9084 N pada kecepatan 38,84 km/jam. Nilai gaya dorong maksimum dari ketiga jenis pelumas memiliki perbedaan yang kecil. Pada kecepatan 27,65 km/jam hingga 38,65 km/jam (Oli 1) memiliki gaya dorong yang paling tinggi. Sedangkan pada kecepatan diatas 39,13 km/jam hingga 61,12km/jam (Oli 3) memiliki gaya dorong paling tinggi, hal ini karena pengaruh base oil dan zat aditiv pada pelumas tersebut lebih baik dari pelumas yang lain. Sehingga mampu mereduksi friction power dengan baik dan torsi engine tersalurkan dengan baik. Hasil ini sesuai dengan penelitian Singh [17] bahwa pelumas dengan viskositas kinematik rendah pada kecepatan putar engine tinggi akan menurunkan nilai friction power.

4.4.3 Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 3

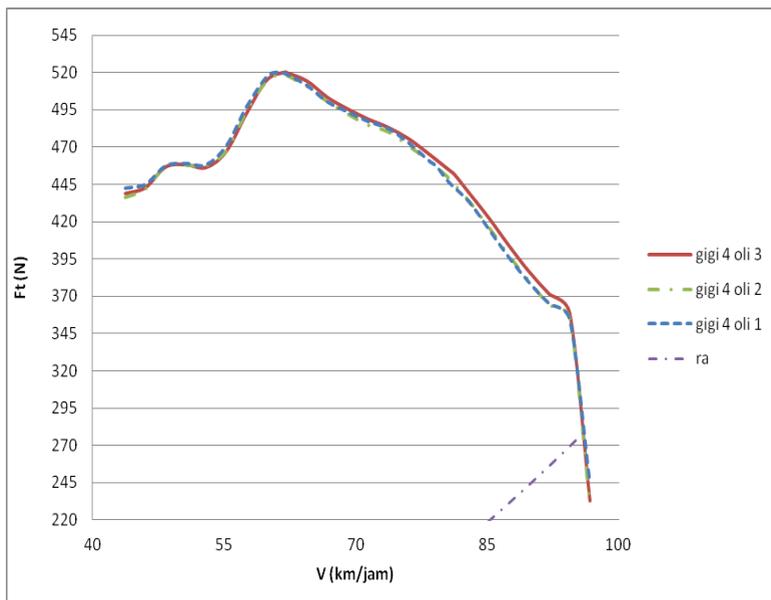


Gambar 4.12 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 3

Gambar 4.12 menunjukkan nilai perbandingan gaya dorong kendaraan. Dimana F_t merupakan hasil dari persamaan (2.1) dan V merupakan hasil dari persamaan (2.3). Variasi jenis pelumas berpengaruh terhadap torsi engine. Pada gigi transmisi 3, nilai aerodynamic resistance maksimal sebesar 189,11 N yang didapatkan dari persamaan (2.6). Sedangkan pada persamaan (2.16), pelumas dengan μ rendah akan menyebabkan F rendah kemudian torsi yang dihasilkan paling tinggi. Pelumas (Oli 1) memiliki gaya dorong maksimum 635,76 N pada kecepatan 50,01 km/jam, Pelumas (Oli 3) memiliki gaya dorong maksimum 635,76 N pada kecepatan 50,64km/jam dan Pelumas (Oli 2) memiliki gaya dorong maksimum 634,396 N pada kecepatan 50,26 km/jam. Nilai gaya dorong maksimum dari ketiga jenis

pelumas memiliki perbedaan yang kecil. Pada kecepatan 38,70 km/jam hingga 50,01 km/jam (Oli 1) memiliki gaya dorong yang paling tinggi. Sedangkan pada kecepatan diatas 50,64 km/jam hingga 79,1 km/jam (Oli 3) memiliki gaya dorong paling tinggi, hal ini karena pengaruh base oil dan zat aditiv pada pelumas tersebut lebih baik dari pelumas yang lain. Sehingga mampu mereduksi friction power dengan baik dan torsi engine tersalurkan dengan baik. Hasil ini sesuai dengan penelitian Singh [17] bahwa pelumas dengan viskositas kinematik rendah pada kecepatan putar engine tinggi akan menurunkan nilai friction power.

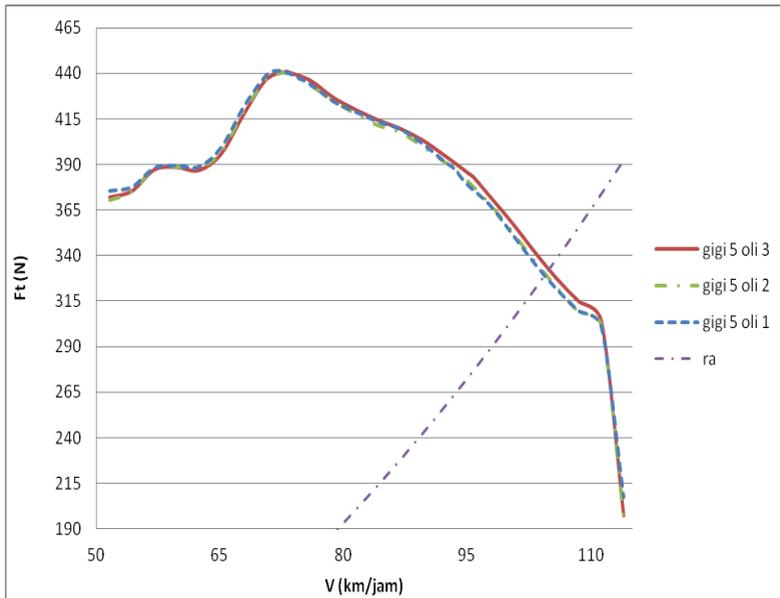
4.4.4 Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 4



Gambar 4.13 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada gigi 4

Gambar 4.13 menunjukkan nilai perbandingan gaya dorong kendaraan. Dimana F_t merupakan hasil dari persamaan (2.1) dan V merupakan hasil dari persamaan (2.3). Variasi jenis pelumas berpengaruh terhadap torsi engine. Pada gigi transmisi 4, nilai aerodynamic resistance maksimal sebesar 282,63 N yang didapatkan dari persamaan (2.6). Sedangkan pada persamaan (2.16), pelumas dengan μ rendah akan menyebabkan F rendah kemudian torsi yang dihasilkan paling tinggi. Pelumas (Oli 1) memiliki gaya dorong maksimum 520,056 N pada kecepatan 61,14 km/jam, Pelumas (Oli 3) memiliki gaya dorong maksimum 520,056 N pada kecepatan 61,91km/jam dan Pelumas (Oli 2) memiliki gaya dorong maksimum 518,936 N pada kecepatan 61,45 km/jam. Nilai gaya dorong maksimum dari ketiga jenis pelumas memiliki perbedaan yang kecil. Pada kecepatan 43,74 km/jam hingga 61,14 km/jam (Oli 1) memiliki gaya dorong yang paling tinggi. Sedangkan pada kecepatan diatas 61,91 km/jam hingga 96,7 km/jam (Oli 3) memiliki gaya dorong paling tinggi, hal ini karena pengaruh base oil dan zat aditiv pada pelumas tersebut lebih baik dari pelumas yang lain. Sehingga mampu mereduksi friction power dengan baik dan torsi engine tersalurkan dengan baik. Hasil ini sesuai dengan penelitian Singh [17] bahwa pelumas dengan viskositas kinematik rendah pada kecepatan putar engine tinggi akan menurunkan nilai friction power.

4.4.5 Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 5

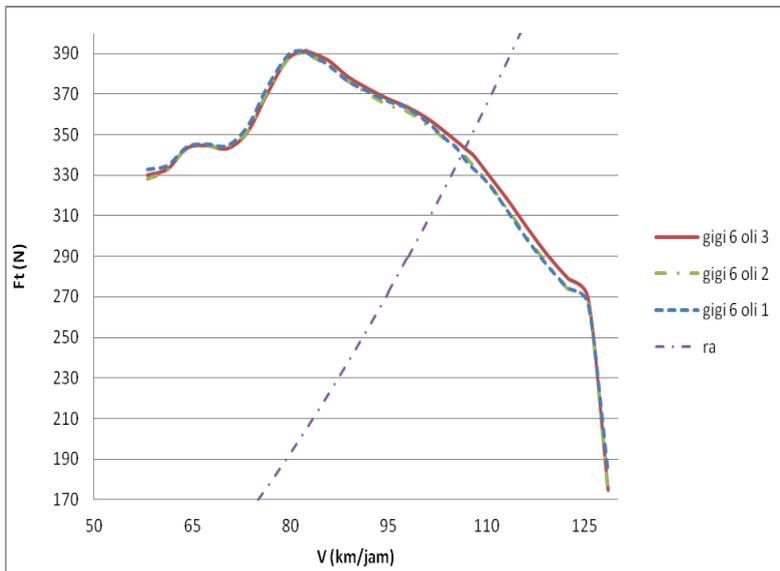


Gambar 4.14 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada gigi 5

Gambar 4.14 menunjukkan nilai perbandingan gaya dorong kendaraan. Dimana F_t merupakan hasil dari persamaan (2.1) dan V merupakan hasil dari persamaan (2.3). Variasi jenis pelumas berpengaruh terhadap torsi engine. Pada gigi transmisi 5, nilai aerodynamic resistance maksimal sebesar 392,66 N yang didapatkan dari persamaan (2.6). Sedangkan pada persamaan (2.16), pelumas dengan μ rendah akan menyebabkan F rendah kemudian torsi yang dihasilkan paling tinggi. Pelumas (Oli 1) memiliki gaya dorong maksimum 441,2 N pada kecepatan 72,07 km/jam, Pelumas (Oli 3) memiliki gaya dorong maksimum 441,2 N pada kecepatan 72,97 km/jam dan Pelumas (Oli 2) memiliki

gaya dorong maksimum 440,3 N pada kecepatan 72,43 km/jam. Nilai gaya dorong maksimum dari ketiga jenis pelumas memiliki perbedaan yang kecil. Pada kecepatan 51,55 km/jam hingga 72,07 km/jam (Oli 1) memiliki gaya dorong yang paling tinggi. Sedangkan pada kecepatan diatas 72,97 km/jam hingga 113,97 km/jam (Oli 3) memiliki gaya dorong paling tinggi, hal ini karena pengaruh base oil dan zat aditiv pada pelumas tersebut lebih baik dari pelumas yang lain. Sehingga mampu mereduksi friction power dengan baik dan torsi engine tersalurkan dengan baik. Hasil ini sesuai dengan penelitian Singh [17] bahwa pelumas dengan viskositas kinematik rendah pada kecepatan putar engine tinggi akan menurunkan nilai friction power.

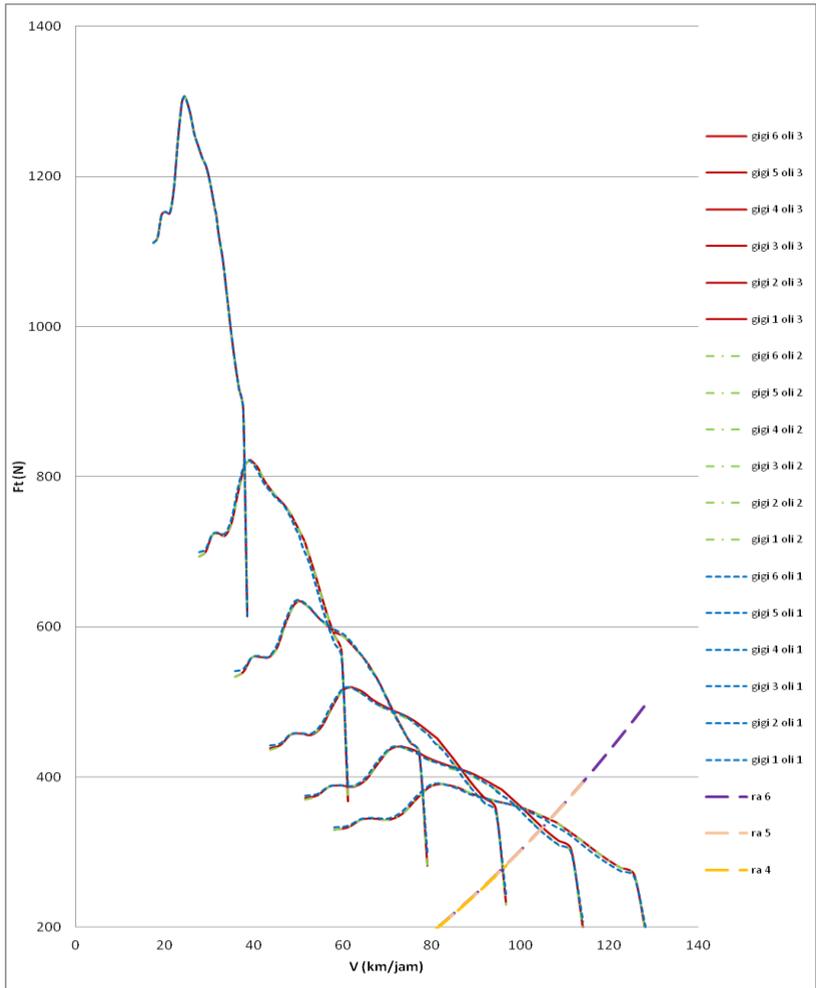
4.4.6 Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada gigi 6



Gambar 4.15 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada gigi 6

Gambar 4.15 menunjukkan nilai perbandingan gaya dorong kendaraan. Dimana F_t merupakan hasil dari persamaan (2.1) dan V merupakan hasil dari persamaan (2.3). Variasi jenis pelumas berpengaruh terhadap torsi engine. Pada gigi transmisi 6, nilai aerodynamic resistance maksimal sebesar 499,46 N yang didapatkan dari persamaan (2.6). Sedangkan pada persamaan (2.16), pelumas dengan μ rendah akan menyebabkan F rendah kemudian torsi yang dihasilkan paling tinggi. Pelumas (Oli 1) memiliki gaya dorong maksimum 391,21 N pada kecepatan 81,28 km/jam, Pelumas (Oli 3) memiliki gaya dorong maksimum 391,21 N pada kecepatan 82,30 km/jam dan Pelumas (Oli 2) memiliki gaya dorong maksimum 390,37 N pada kecepatan 81,69 km/jam. Nilai gaya dorong maksimum dari ketiga jenis pelumas memiliki perbedaan yang kecil. Pada kecepatan 58,15 km/jam hingga 81,28 km/jam (Oli 1) memiliki gaya dorong yang paling tinggi. Sedangkan pada kecepatan diatas 82,30 km/jam hingga 128,54 km/jam (Oli 3) memiliki gaya dorong paling tinggi, hal ini karena pengaruh base oil dan zat aditiv pada pelumas tersebut lebih baik dari pelumas yang lain. Sehingga mampu mereduksi friction power dengan baik dan torsi engine tersalurkan dengan baik. Hasil ini sesuai dengan penelitian Singh [17] bahwa pelumas dengan viskositas kinematik rendah pada kecepatan putar engine tinggi akan menurunkan nilai friction power.

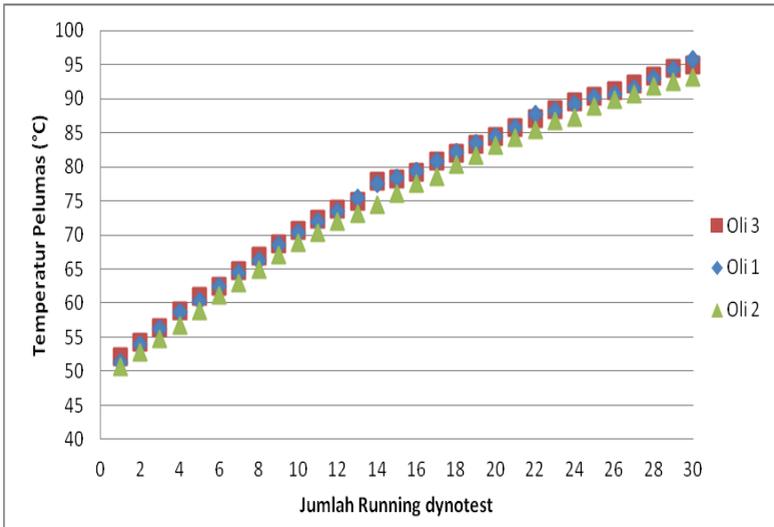
4.4.7 Perbandingan gaya dorong kendaraan terhadap variasi jenis pelumas pada setiap gigi transmisi kendaraan



Gambar 4.16 Grafik perbandingan gaya dorong kendaraan Honda Sonic 150R terhadap tiga variasi jenis pelumas pada setiap gigi transmisi kendaraan

Gambar 4.16 menunjukkan trendline grafik perbandingan gaya dorong yang dihasilkan ketiga variasi pelumas secara umum adalah sama. Tetapi nilai gaya dorong pada kecepatan tertentu yang dihasilkan oleh masing-masing pelumas tidak sama. Dengan menggunakan nilai torsi engine yang di dapatkan pada pengujian dynotest, pada persamaan (2.1) dimana pelumas yang menghasilkan torsi engine paling tinggi akan menghasilkan gaya dorong yang paling besar. Berdasarkan grafik tersebut didapatkan pada tiap gigi transmisi, untuk variasi tiga jenis pelumas pada kecepatan rendah pelumas (Oli 1) memiliki gaya dorong paling tinggi, namun saat kecepatan tinggi pelumas (Oli 3) memiliki gaya dorong paling tinggi. Pada saat pengujian dynotest nilai torsi dan putaran engine merupakan hasil kalkulasi yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan hanya gaya hambat udara. Semakin meningkat kecepatan kendaraan maka semakin besar nilai gaya hambat udara. Nilai kecepatan maksimum kendaraan diperoleh akibat adanya titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara. Sehingga kecepatan kendaraan maksimum pada gigi transmisi 1 sebesar 38,48 km/jam, pada gigi 2 sebesar 61,1 km/jam, pada gigi 3 sebesar 79,1 km/jam, pada gigi 4 sebesar 94 km/jam, pada gigi 5 sebesar 103km/jam dan pada gigi transmisi 6 kecepatan kendaraan maksimum sebesar 105 km/jam.

4.4.8 Pengaruh Temperatur Pelumas Terhadap Pengujian Dynotest



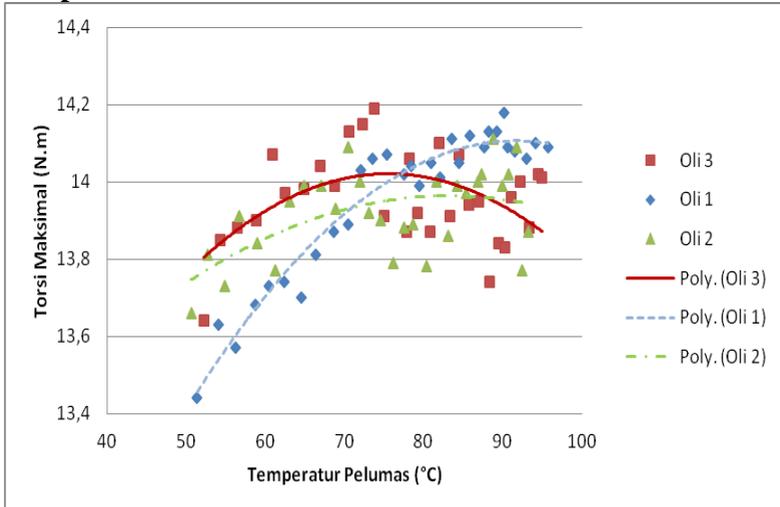
Gambar 4.17 Perbandingan pengaruh temperatur pelumas dari tiga variasi jenis pelumas terhadap running dynotest

Gambar 4.17 menunjukkan bahwa terjadi kenaikan temperatur pelumas tiap running dynotest. Perbedaan temperatur tidak terlalu jauh, selisih sekitar 3°C. Pengaruh dari pelumas (Oli 1) memiliki temperatur paling tinggi saat finish dynotest, sedangkan pelumas (Oli 2) memiliki temperatur yang paling rendah. Hal ini karena pengaruh dari nilai viskositas kinematik pelumas tersebut. pelumas (Oli 2) memiliki nilai viskositas kinematik paling tinggi, dimana pelumas dengan nilai viskositas kinematik tinggi memberikan lapisan film lebih tebal pada permukaan komponen mesin, sehingga temperatur pelumas tersebut cenderung lebih rendah. Pelumas dengan viskositas tinggi cenderung lebih lambat dalam menghantarkan panas dikarenakan semakin tinggi nilai viskositas maka minyak pelumas tersebut akan semakin sulit

mengalir sehingga akan lambat dalam menyalurkan kalor dan pelumas yang memiliki viskositas tinggi mempunyai pergerakan molekul-molekul yang lambat sehingga daya hantar panas dari pelumas ini menjadi lambat.

Gambar 4.17 menunjukkan saat temperatur tinggi, pelumas sintetik (Oli 2 dan Oli 3) mengalami penurunan viskositas kinematik yang cenderung stabil dibandingkan dengan pelumas semi sintetik (Oli 1). Sehingga lapisan film oli sintetik lebih tebal yang membuat proteksi pada engine lebih baik. Jika viskositas kinematik pelumas terlalu rendah maka minyak pelumas tersebut akan mudah terlepas akibat besarnya tekanan dan kecepatan dari bagian yang bergerak dan saling bergesekan tersebut. Jika minyak pelumas menjadi terlepas, maka akan menimbulkan gesekan antara logam secara langsung yang berarti memperbesar gesekan dan mempercepat keausan bagian tersebut.

4.4.9 Perbandingan Torsi Engine Maksimal Terhadap Temperatur Pelumas



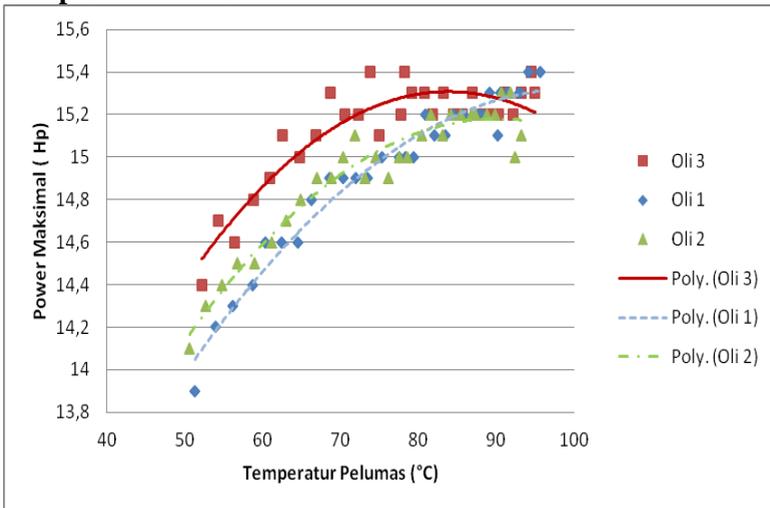
Gambar 4.18 Perbandingan nilai torsi maksimal setiap running dynotest terhadap temperatur dari variasi tiga jenis pelumas

Gambar 4.18 menunjukkan ketiga jenis pelumas pada temperatur start yang sama, didapatkan kenaikan tertinggi temperatur finish pelumas terdapat pada (Oli 1), karena pelumas tersebut memiliki nilai viskositas kinematik paling rendah. Pada pelumas (Oli 1) memiliki viskositas index yang paling rendah dari ketiga jenis pelumas, dimana pengaruh temperatur terhadap viskositas terlihat sangat signifikan. Terlihat bahwa oli sintetik (Oli 2 dan Oli 3) memiliki trendline torsi maksimal yang cenderung sama, dimana torsi maksimal tercapai pada temperatur lebih rendah yaitu pada temperatur 70°C. Sedangkan pelumas semi sintetik (Oli 1) memiliki kurva yang terus naik, dimana torsi maksimal terdapat pada temperatur yang lebih tinggi yaitu 90°C.

Gambar 4.18 menunjukkan bahwa oli sintetik terbuat dari base oil yang baik. Memiliki molekul yang homogen sehingga tahanan alir lebih baik dan torsi puncak dapat dicapai pada temperatur lebih rendah dengan viskositas kinematik lebih tinggi. Hal ini akan memberikan proteksi yang lebih baik pada engine karena dengan viskositas kinematik yang stabil terhadap perubahan temperatur lapisan film yang terbentuk akan tebal.

Gambar 4.18 menunjukkan oli semi sintetik pada temperatur 90°C menghasilkan torsi maksimum karena saat viskositas kinematik semakin menurun dimana molekul tidak homogen akan menghasilkan coefficient friction yang lebih kecil. Berbeda dengan oli sintetik saat temperatur tinggi torsi maksimum menurun, kemungkinan terjadi slip akibat dari kecilnya viskositas kinematik dan homogenitas molekul. Sehingga daya cengkram pada mekanisme kopling berkurang.

4.4.10 Perbandingan Power Engine Maksimal Terhadap Temperatur Pelumas



Gambar 4.19 Perbandingan nilai power maksimal setiap running dynotest terhadap temperatur dari variasi tiga jenis pelumas

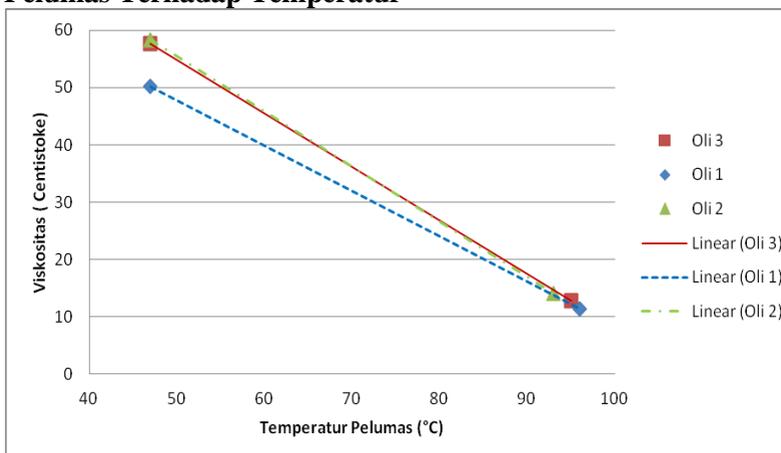
Gambar 4.19 menunjukkan ketiga jenis pelumas pada temperatur start yang sama, didapatkan kenaikan tertinggi temperatur finish pelumas terdapat pada (Oli 1), karena pelumas tersebut memiliki nilai viskositas kinematik paling rendah. Pada pelumas (Oli 1) memiliki viskositas index yang paling rendah dari ketiga jenis pelumas, dimana pengaruh temperatur terhadap viskositas terlihat sangat signifikan. Terlihat bahwa oli sintetik (Oli 2 dan Oli 3) memiliki trendline power maksimal yang lebih tinggi dari pelumas semi sintetik (Oli 1). Dimana power maksimal tertinggi pada (Oli 3) kemudian (Oli 2) dan (Oli 1).

Gambar 4.19 menunjukkan bahwa power maksimal semakin tinggi dengan bertambahnya temperatur ketiga jenis pelumas. Hal ini karena saat temperatur pelumas naik maka viskositas kinematik pelumas akan menurun, dimana penurunan viskositas kinematik pada oli sintetik lebih rendah dibandingkan dengan oli

semi sintetik. Oli sintetik memiliki viskositas kinematik yang lebih tinggi sehingga lapisan film yang terbentuk baik. Hal ini akan mengurangi contact friction antara part engine surface sehingga akan menghasilkan power maksimal yang lebih tinggi. Serta kemampu aliran pelumas sintetik lebih baik dari pelumas semi sintetik, sehingga rugi-rugi power disepanjang jalur aliran pelumas semi sintetik lebih besar dari pelumas sintetik. Berkurangnya viskositas kinematik akan mengakibatkan lapisan film yang terbentuk semakin tipis sehingga riskan terjadi contact surface friction antara komponen engine, sehingga power maksimal lebih kecil.

Gambar 4.19 menunjukkan pada temperatur start dynotest (47°C) hingga 90°C trendline oli sinteik memiliki power maksimal yang lebih tinggi dibandingkan dengan oli semi sintetik. Pada temperatur diatas 90°C power maksimal untuk ketiga jenis pelumas cenderung konstan.

4.4.11 Perbandingan Perubahan Viskositas Kinematik Pelumas Terhadap Temperatur



Gambar 4.20 Perbandingan pengaruh viskositas kinematik pelumas terhadap temperatur pelumas dari tiga variasi jenis pelumas

Gambar 4.20 menunjukkan bahwa nilai viskositas kinematik dari tiga jenis minyak pelumas mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur. Viskositas adalah resistansi alir dari suatu fluida, atau gaya tarik menarik antar molekul. Saat temperatur minyak pelumas naik, molekul-molekul pada minyak pelumas bergerak semakin cepat, sehingga ikatan antar molekulnya makin lemah dan menyebabkan viskositas pelumas turun sehingga minyak pelumas semakin encer.

Gambar 4.20 menunjukkan nilai viskositas kinematik (Oli 2) lebih tinggi dari (Oli 3) dan (Oli 1) pada temperatur running dynotest. Dengan dilakukan 30x running dynotest sehingga temperatur pelumas saat finish dynotest berbeda, sehingga nilai viskositas kinematik juga berbeda. Untuk nilai viskositas kinematik pelumas pada temperatur start (47°C) (Oli 2) berada pada 58,30 cSt, (Oli 3) pada 57,65 cSt, dan (Oli 1) pada 50,15 cSt. Kemudian pada temperatur finish dynotest, viskositas kinematik mengalami perbedaan, dimana (Oli 2) berada pada 14,14 cSt (93°C), (Oli 3) pada 12,85 cSt (95°C), dan (Oli 1) pada 11,44 cSt (96°C).

Gambar 4.20 menunjukkan pelumas jenis semi sintetik mengalami penurunan viskositas kinematik yang lebih drastis dibandingkan dengan pelumas jenis sintetik, pelumas sintetik (Oli 2) dan (Oli 3) terlihat tidak mengalami penurunan yang drastis terhadap temperatur, bahkan pelumas jenis sintetik memiliki nilai viskositas kinematik paling tinggi pada temperatur finish dynotest ($\pm 95^\circ\text{C}$). Jika meninjau kembali dasar teori yang menyatakan bahwa oli yang bagus adalah oli yang viskositasnya tidak terlalu berpengaruh terhadap temperatur, maka dapat disimpulkan bahwa pelumas jenis sintetik (Oli 2 dan Oli 3) memiliki ketahanan nilai viskositas yang lebih baik terhadap perubahan temperatur dibandingkan dengan pelumas jenis semi sintetik (Oli 1).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil analisa yang didapatkan setelah melakukan penelitian tentang pengaruh temperatur dan viskositas pelumas terhadap performa kendaraan transmisi manual (Honda Sonic 150R), dimana pada pengujian menggunakan variasi tiga jenis pelumas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Semakin rendah viskositas kinematik pelumas akan menghasilkan performa yang lebih tinggi pada Honda Sonic 150R. Pelumas semi sintetik (Oli 1) pada rpm engine rendah mampu menghasilkan performa yang paling tinggi dan cocok untuk penggunaan harian. Pelumas sintetik (Oli 3) menghasilkan performa paling tinggi pada rpm engine tinggi dan cocok untuk penggunaan balap. Pelumas sintetik (Oli 2 dan Oli 3) memiliki performa maksimum yang lebih tinggi terhadap temperatur dibandingkan pelumas semi sintetik (Oli 1).
2. Nilai viskositas kinematik pelumas sintetik (Oli 2 dan Oli 3) lebih tinggi dibanding pelumas semi sintetik (Oli 1). Semakin tinggi temperatur pelumas menyebabkan penurunan viskositas kinematik pelumas. Pelumas sintetik (Oli 2 dan Oli 3) memiliki karakteristik viskositas yang lebih baik karena memiliki presentase angka penurunan viskositas kinematik terhadap temperatur yang lebih rendah dibanding pelumas semi sintetik (Oli 1).

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Sebaiknya dilakukan pengujian konsumsi bahan bakar sehingga hasil pengukuran konsumsi bahan bakar tiap jenis pelumas dapat diketahui.

2. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan viskositas sesuai SAE yang berbeda dengan base oil yang sama sehingga perbedaan performa lebih terlihat akibat perbedaan viskositas pelumas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sutantra, I.N., & Bambang S. 2010. *Teknologi Otomotif Edisi Kedua*. Surabaya : Guna Widya.
- [2] Arisandi, M. 2012. **Analisa Pengaruh Bahan Dasar Pelumas Terhadap Viskositas Pelumas dan Konsumsi Bahan Bakar**. Tugas Akhir. Universitas Wahid Hasyim : Semarang.
- [3] Ramadhan, R.P. 2016. **Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Pegas Kopling Terhadap Gaya Dorong dan Percepatan Pada Kendaraan Yamaha Vixion 150 cc**. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya
- [4] Kusbandono, Hermanu. 2014. **Studi Eksperimental Komparasi Buka-an Katup Intake Standar dan Modifikasinya Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah DOHC 4 Katup**. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya
- [5] Prihartono, Joko. 2015. **Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Perbandingan Pelumas Mineral dan Sintetis**. Tugas Akhir. Universitas Tama Jagaraksa : Jakarta
- [6] Honda Motor Co., Ltd. 2015. **Pedoman Pemilik SONIC 150R**. Jakarta : PT. Astra Honda Motor.
- [7] Honda Motor Co., Ltd. 2015. **Parts Catalog SONIC 150R**. Jakarta : PT. Astra Honda Motor.
- [8] Deutschman, Aron D. 1985 . *Machine Design Theory*. London : Collier Macmillan International Editor.
- [9] Wartawan, Anton L. 1983 . **Minyak Pelumas, Pengetahuan Dasar dan Cara Penggunaan**. Jakarta : PT Gramedia.
- [10] Sularso. 2002 . *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Mesin*, cetakan ke-10. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- [11] Taborek, J.J. 1957. **Mechanics of Vehicles**. Ohio : Penton Publishing Co.
- [12] Jama, Jalius. 1982. **Motor Bensin**. Jakarta : Ghalia Indonesia.

- [13] Pramana, Bayu A. 2017. ***Karakteristik Viskositas dan Konduktivitas Termal Tiga Produk Minyak Pelumas Beserta Pengaruhnya Terhadap Sepeda Motor Honda Megapro 150cc.*** Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta : Yogyakarta
- [14] Naunheimer, Harald. 2011. **Automotive Transmission, second edition.** Berlin : Springer.
- [15] JASO Engine Oil Standarts, 2016. **Implementation Manual.** Japan : Motorcycles-Four Stroke Cycle Gasoline Engine Oils (JASO T 903:2016).
- [16] American Petroleum Institute, 2013. **Engine Oil Licensing and Certification System.** USA : API
- [17] Singh, Devendra. 2011. **Investigating the Effect of Engine Lubricant Viscosity on Engine Friction and Fuel Economy of a Diesel Engine.** Tesis. University of Huddersfield : UK.
- [18] Silaban, Mawardi. 2011. **Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Perbandingan Pelumas Mineral dan Sintetis.** Balai besar Teknologi Energi. JITE Vol.1 No.12, 2011, pg. 33-44.
- [19] Gupta, H.N. 2006. **Fundamentals Of Internal Combustion Engine.** New Delhi : PHI Learning Private Limited.
- [20] Sport Device. **2017.SP-1 V4 Inertia Electronic Kit Manual.** Sportdevice.com
- [21] Booser, E.R. 2008. **Applied Tribology : Bearing Design and Lubrication,** Second Edition. USA : John Wiley & Sons, Ltd.
- [22] Shigley, J.E. 2004. **Standard Handbook of Machine Design.** USA : McGraw-Hill Inc.

LAMPIRAN

Lampiran A1. Tabel Perhitungan Gaya Dorong, Kecepatan kendaraan, Aerodynamic Resistance dan percepatan kendaraan Menggunakan Setiap Jenis Oli.

Gigi Transmisi 1

Oli 1

Engine RPM	(HP)	Torque (N*M)	it	ig	v (m/s)	v (km/h)	Ra	FT	a
4750	8,3	11,85	3,083	9,128	4,835889	17,4092	9,161655	1111,594	6,562098
5000	8,4	11,92	3,083	9,128	5,09041	18,32548	10,15142	1118,161	6,595292
5250	9,1	12,25	3,083	9,128	5,34493	19,24175	11,19194	1149,116	6,773359
5500	9,5	12,29	3,083	9,128	5,599451	20,15802	12,28322	1152,869	6,789198
5750	9,9	12,27	3,083	9,128	5,853971	21,0743	13,42525	1150,992	6,771233
6000	10,7	12,61	3,083	9,128	6,108492	21,99057	14,61804	1182,886	6,953978
6250	11,7	13,31	3,083	9,128	6,363012	22,90684	15,86159	1248,55	7,337431
6500	12,7	13,85	3,083	9,128	6,617533	23,82312	17,1559	1299,205	7,631245
6640	13	13,93	3,083	9,128	6,760064	24,33623	17,90288	1306,709	7,671467
6750	13,2	13,89	3,083	9,128	6,872053	24,73939	18,50096	1302,957	7,645573
7000	13,5	13,69	3,083	9,128	7,126574	25,65567	19,89678	1284,196	7,525591
7250	13,7	13,4	3,083	9,128	7,381094	26,57194	21,34336	1256,993	7,355055
7500	14	13,22	3,083	9,128	7,635615	27,48821	22,84069	1240,108	7,245636
7750	14,3	13,05	3,083	9,128	7,890135	28,40449	24,38878	1224,161	7,141499
8000	14,6	12,92	3,083	9,128	8,144656	29,32076	25,98763	1211,966	7,059395
8250	14,7	12,67	3,083	9,128	8,399176	30,23703	27,63723	1188,515	6,909984
8500	14,8	12,35	3,083	9,128	8,653697	31,15331	29,3376	1158,497	6,721186
8601	14,8	12,24	3,083	9,128	8,756523	31,52348	30,03894	1148,178	6,655591
8750	14,8	11,96	3,083	9,128	8,908217	32,06958	31,08872	1121,913	6,493
9000	14,7	11,61	3,083	9,128	9,162738	32,98586	32,89059	1089,081	6,286847
9250	14,5	11,11	3,083	9,128	9,417258	33,90213	34,74323	1042,178	5,996636
9500	14,2	10,6	3,083	9,128	9,671779	34,8184	36,64662	994,3374	5,70054
9750	13,9	10,15	3,083	9,128	9,926299	35,73468	38,60077	952,1249	5,437644
10000	13,8	9,77	3,083	9,128	10,18082	36,65095	40,60567	916,4789	5,213531
10250	13,7	9,49	3,083	9,128	10,43534	37,56722	42,66133	890,2134	5,044953
10500	9,7	6,55	3,083	9,128	10,68986	38,4835	44,76775	614,4255	3,39082

Oli 2

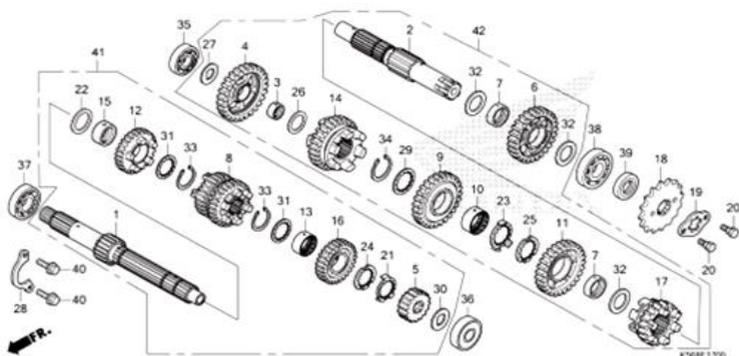
Engine RPM	(HP)	Torque (N*M)	it	ig	v (m/s)	V (km/h)	Ra	FT	a
4750	8,1	11,69	3,083	9,128	4,835889	17,4092	9,161655	1096,585	6,47276
5000	8,3	11,84	3,083	9,128	5,09041	18,32548	10,15142	1110,656	6,550623
5250	9,1	12,25	3,083	9,128	5,34493	19,24175	11,19194	1149,116	6,773359
5500	9,5	12,27	3,083	9,128	5,599451	20,15802	12,28322	1150,992	6,778031
5750	9,9	12,26	3,083	9,128	5,853971	21,0743	13,42525	1150,054	6,76565
6000	10,6	12,53	3,083	9,128	6,108492	21,99057	14,61804	1175,382	6,909308
6250	11,7	13,23	3,083	9,128	6,363012	22,90684	15,86159	1241,046	7,292762
6500	12,6	13,78	3,083	9,128	6,617533	23,82312	17,1559	1292,639	7,592159
6673	13,1	13,9	3,083	9,128	6,793661	24,45718	18,08127	1303,895	7,653655
6750	13,2	13,88	3,083	9,128	6,872053	24,73939	18,50096	1302,019	7,639989
7000	13,5	13,68	3,083	9,128	7,126574	25,65567	19,89678	1283,258	7,520008
7250	13,7	13,41	3,083	9,128	7,381094	26,57194	21,34336	1257,931	7,360638
7500	14	13,19	3,083	9,128	7,635615	27,48821	22,84069	1237,293	7,228885
7750	14,2	12,99	3,083	9,128	7,890135	28,40449	24,38878	1218,532	7,107997
8000	14,5	12,87	3,083	9,128	8,144656	29,32076	25,98763	1207,276	7,031476
8250	14,6	12,62	3,083	9,128	8,399176	30,23703	27,63723	1183,824	6,882066
8500	14,8	12,35	3,083	9,128	8,653697	31,15331	29,3376	1158,497	6,721186
8737	14,8	12,06	3,083	9,128	8,894982	32,02194	30,99641	1131,293	6,549386
8750	14,8	12,03	3,083	9,128	8,908217	32,06958	31,08872	1128,479	6,532086
9000	14,7	11,63	3,083	9,128	9,162738	32,98586	32,89059	1090,957	6,298014
9250	14,5	11,15	3,083	9,128	9,417258	33,90213	34,74323	1045,93	6,018971
9500	14,2	10,64	3,083	9,128	9,671779	34,8184	36,64662	998,0896	5,722875
9750	14	10,18	3,083	9,128	9,926299	35,73468	38,60077	954,9391	5,454395
10000	13,7	9,75	3,083	9,128	10,18082	36,65095	40,60567	914,6028	5,202364
10250	13,7	9,51	3,083	9,128	10,43534	37,56722	42,66133	892,0895	5,05612
10500	9,1	6,17	3,083	9,128	10,68986	38,4835	44,76775	578,7794	3,178641

Oli 3

Engine RPM	(HP)	Torque (N*M)	it	ig	v (m/s)	v (km/h)	Ra	FT	a
4750	8,2	11,75	3,083	9,128	4,835889	17,4092	9,161655	1102,214	6,506262
5000	8,4	11,86	3,083	9,128	5,09041	18,32548	10,15142	1112,532	6,56179
5250	9,1	12,23	3,083	9,128	5,34493	19,24175	11,19194	1147,24	6,762192
5500	9,5	12,27	3,083	9,128	5,599451	20,15802	12,28322	1150,992	6,778031
5750	9,9	12,22	3,083	9,128	5,853971	21,0743	13,42525	1146,302	6,743315
6000	10,6	12,51	3,083	9,128	6,108492	21,99057	14,61804	1173,506	6,898141
6250	11,6	13,19	3,083	9,128	6,363012	22,90684	15,86159	1237,293	7,270427
6500	12,7	13,79	3,083	9,128	6,617533	23,82312	17,1559	1293,577	7,597743
6723	13,2	13,93	3,083	9,128	6,844565	24,64043	18,35325	1306,709	7,668787
6750	13,3	13,92	3,083	9,128	6,872053	24,73939	18,50096	1305,771	7,662324
7000	13,6	13,77	3,083	9,128	7,126574	25,65567	19,89678	1291,701	7,57026
7250	13,8	13,48	3,083	9,128	7,381094	26,57194	21,34336	1264,497	7,399724
7500	14	13,27	3,083	9,128	7,635615	27,48821	22,84069	1244,798	7,273554
7750	14,3	13,09	3,083	9,128	7,890135	28,40449	24,38878	1227,913	7,163834
8000	14,6	12,94	3,083	9,128	8,144656	29,32076	25,98763	1213,842	7,070562
8250	14,8	12,74	3,083	9,128	8,399176	30,23703	27,63723	1195,081	6,94907
8500	14,9	12,47	3,083	9,128	8,653697	31,15331	29,3376	1169,754	6,78819
8750	15	12,18	3,083	9,128	8,908217	32,06958	31,08872	1142,55	6,615841
8825	15	12,09	3,083	9,128	8,984573	32,34446	31,62395	1134,107	6,562402
9000	14,9	11,77	3,083	9,128	9,162738	32,98586	32,89059	1104,09	6,376185
9250	14,7	11,31	3,083	9,128	9,417258	33,90213	34,74323	1060,939	6,10831
9500	14,5	10,81	3,083	9,128	9,671779	34,8184	36,64662	1014,037	5,817797
9750	14,2	10,34	3,083	9,128	9,926299	35,73468	38,60077	969,948	5,543733
10000	14	9,94	3,083	9,128	10,18082	36,65095	40,60567	932,4258	5,308453
10250	13,9	9,6	3,083	9,128	10,43534	37,56722	42,66133	900,532	5,106373
10500	9,2	6,23	3,083	9,128	10,68986	38,4835	44,76775	584,4077	3,212143

Lampiran A2. Ratio transmisi kendaraan pada manual book AHM Honda Sonic 150R.

Perbandingan gigi	ke 1	3,083
	ke 2	1,941
	ke 3	1,500
	ke 4	1,227
	ke 5	1,041
	ke 6	0,923
Perbandingan reduksi (primer / akhir)		3,260/ 2,800



BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang dilahirkan pada tanggal 11 Juni 1995 di Surabaya. Provinsi Jawa Timur. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Khadijah 2 Surabaya, SDN Dukuh Kupang IV/491 Surabaya, SMPN 33 Surabaya, dan SMAN 22 Surabaya. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan tingkat perguruan tinggi di Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS bidang studi Konversi Energi pada tahun 2013 hingga tahun 2016 dengan judul Tugas Akhir “Analisis Kelayakan-Pakai Minyak Pelumas SAE 10W-30 Pada Sepeda Motor (4tak) Berdasarkan Viskositas dengan Metode *Viskometer Bola Jatuh*”. Setelah lulus dari Program D3, Kemudian pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan program Lintas Jalur S1 di Teknik Mesin FTI-ITS bidang studi otomotif. Selama duduk di bangku kuliah penulis aktif mengikuti kegiatan perkuliahan, praktikum dan penelitian.

Penulis saat jenjang D3, pernah bergabung dalam organisasi. staff BSO Bengkel HMDM periode 2014-2015 dan Menjabat Kadiv Non Teknis BSO Bengkel HMDM periode 2015-2016. PT. INDOLAKTO Purwosari merupakan tempat kerja praktek penulis selama satu bulan pada 15 Juni s/d 15 Juli 2015 di bidang Maintenance.

E-mail : gapraper@yahoo.com

(halaman ini sengaja dikosongkan)