

TUGAS AKHIR

PENGARUH LAMA PEMAKAIAN MINYAK PELUMAS TERHADAP VISKOSITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE BOLA JATUH BERDASARKAN HUKUM STOKES

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera
Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD AGUNG LAKSONO
1607230081



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

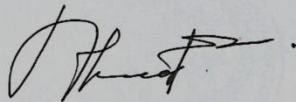
Nama : Muhammad Agung Laksono
NPM : 1607230081
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Lama Pemakaian Minyak Pelumas Terhadap Viskositas Dengan Menggunakan Metode Bola Jatuh Berdasarkan Hukum Stokes.
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 22 Oktober 2021

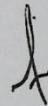
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji



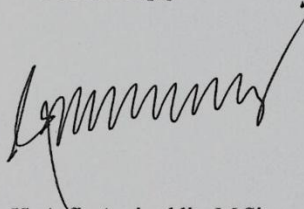
Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.Si

Dosen Penguji



H. Muharnif, S.T.,M.S

Dosen Penguji



Ir. H. Arfis Amiruddin, M.Si

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A. Siregar, S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Agung Laksono
Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 22 November 1998
NPM : 1607230081
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pengaruh Lama Pemakaian Minyak Pelumas Terhadap Viskositas Dengan Menggunakan Metode Bola Jatuh Berdasarkan Hukum Stokes.”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 22 Oktober 2021

Saya yang menyatakan,



Muhammad Agung Laksono

ABSTRAK

Minyak pelumas mesin atau yang lebih dikenal dengan nama oli atau oli mesin memang banyak ragam dan macamnya. Bergantung jenis penggunaan mesin itu sendiri yang membutuhkan oli yang tepat untuk menambah atau mengawetkan usia pakai (life time) mesin. Kondisi kendaraan bermotor sangat ditentukan oleh pemeliharannya, dengan perawatan yang baik, kendaraan akan dalam kondisi prima. Perawatan yang tergolong sederhana tetapi sangat vital adalah penggantian secara rutin minyak pelumas. Lama Pemakaian pada minyak pelumas direkomendasikan dalam jarak tempuh (5000 km, 10000 km atau bahkan ada yang lebih sampai 20000 km). Oleh karena itu kondisi berkendara adalah tidak sama (start, jalan pelan, macet di jalan, ngebut, nunggu di traffic light dan lain – lain), maka dibuatlah satu standart kondisi “NORMAL DRIVING” yang didasarkan pada kecepatan konstan/tetap pada kelajuan 45 MPH (70 km/jam). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui viskositas (kekentalan) oli digunakan pada sepeda motor Yamaha dengan masa pemakaian 0 km dan 3000 km. Hasil dari Pengujian ini adalah terdapat perbandingan nilai viskositas oli baru terhadap jarak jatuh bola yang di tentukan, hal ini jelas terlihat bahwa pada jarak 40 cm didapat nilai viskositasnya sebesar 0,0183. Sedangkan perbandingan nilai viskositas oli lama terhadap jarak jatuh bola yang di tentukan, hal ini jelas terlihat bahwa pada jarak pada jarak 40 cm didapat nilai viskositasnya sebesar 0,0214.

Kata Kunci : *Viskositas*, Minyak Pelumas, Hukum Stokes

ABSTRACT

Engine lubricating oil or better known as engine oil or oil is of many kinds and kinds. Depending on the type of use of the machine itself, which requires the right oil to increase or preserve the life time of the machine. The condition of a motorized vehicle is very much determined by its maintenance, with good care, the vehicle will be in prime condition. Maintenance that is relatively simple but very vital is the regular replacement of lubricating oil. Long use of lubricating oil is recommended within the mileage (5000 km, 10000 km or even more up to 20000 km). Therefore, the driving conditions are not the same (start, slow down, jam on the road, speeding, waiting at the traffic light, etc.), so a standard condition of "NORMAL DRIVING" is made which is based on a constant speed at a speed of 45 MPH (70 km/hour). This study aims to determine the viscosity (thickness) of the oil used on Yamaha motorcycles with a service life of 0 km and 3000 km. The result of this test is that there is a comparison of the viscosity value of the new oil to the specified distance of the ball, it is clearly seen that at a distance of 40 cm the viscosity value is 0.0183. while the ratio of the viscosity value of the old oil to the distance of the ball falling is determined, it is clearly seen that at a distance of 40 cm the viscosity value is obtained. of 0.0214.

Keywords: Viscosity, Lubricating Oil, Stokes' Law

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Lama Pemakaian Minyak Pelumas Terhadap Viskositas Dengan Menggunakan Metode Bola Jatuh Berdasarkan Hukum Stokes” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Ir. H. Arfis Amiruddin, M.si selaku Dosen Pembimbing dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I yang telah banyak mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc selaku Dosen Penguji II yang telah banyak mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra A. Siregar, ST., MT sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesinan kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Zakaria Sudarsono, S.E dan Amidah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis, Serta adik penulis Wulan Dwi Citra Sari yang selalu mendukung penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Yogi Dira Nugraha, Muhammad Urip Maulana, Aldi Trisna Irawan, S.T dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 22 Oktober 2021

Muhammad Agung Laksono

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRAK</i>	<i>v</i>
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBA	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sifat Fluida	4
2.2. Viskositas	4
2.2.1. Koefisien Viskositas	6
2.2.2. Hukum Stokes	7
2.3. Kualitas Oli	8
2.3.1. Society Of Automotive Engineers (SAE)	11
2.3.2. American Petroleum Institute (API)	11
2.3.3. Kontaminasi	12
2.3.4. Jenis Kekentalan Oli	13
2.4. Jenis Oli Berdasarkan Bahan Dasar	15
2.5. Rumus yang digunakan dalam melakukan penelitian	17
2.6. Pelumas Bekas	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1. Tempat Dan Waktu	21
3.1.1. Tempat	21
3.1.2. Waktu	21
3.2. Alat Dan Bahan	22
3.2.1. Alat	22
3.2.2. Bahan	27
3.3. Diagram alir penelitian	28
3.4. Prosedur pengujian	29
3.4.1. Langkah-langkah pengujian yang dilakukan	29
BAB 4 HASIL DAN ANALISA DATA	32
4.1. Rumus yang dipakai	32
4.2. Data hasil uji viskositas	33
4.3. Analisa data	34
4.4. Hasil grafik	37

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Viskositas Fluida

Tabel 2.2. Kategori Minyak Pelumas Dasar

Tabel 3.1. Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian

Tabel 4.1. Data uji viskositas minyak pelumas baru 0 km

Tabel 4.2. Data uji viskositas minyak pelumas pemakaian 3000 km

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Viskometer Metode bola jatuh
- Gambar 3.1. Ball Bearing
- Gambar 3.2. Tabung Transparan
- Gambar 3.3. Mikrometer
- Gambar 3.4. Stopwatch
- Gambar 3.5. Neraca digital
- Gambar 3.6. Gelas Ukur
- Gambar 3.7. Pinset
- Gambar 3.8. Pemilihan bola padat
- Gambar 3.9. Pengukuran bola padat
- Gambar 3.10. Penimbangan bola padat
- Gambar 3.11. Penuangan minyak pelumas baru kedalam tabung
- Gambar 3.12. Melakukan pengujian pada minyak pelumas baru
- Gambar 3.13. Penuangan minyak pelumas 300km kedalam tabung
- Gambar 3.14. Melakukan pengujian pada minyak pelumas 3000km
- Gambar 4.1. Grafik perbandingan viskositas oli baru terhadap jarak jatuh bola
- Gambar 4.2. Grafik perbandingan viskositas oli lama terhadap jarak jatuh bola

DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
F_v	Gaya Yang Melawan Gesekan	N
R	Jari Jari Bola	cm
V	Kecepatan Bola relative terhadap medium	cm/s
D	Koefisien kekentalan Cairan	Ncms

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak pelumas mesin atau yang lebih dikenal dengan nama oli atau oli mesin memang banyak ragam dan macamnya. Bergantung jenis penggunaan mesin itu sendiri yang membutuhkan oli yang tepat untuk menambah atau mengawetkan usia pakai (life time) mesin.

Kondisi kendaraan bermotor sangat ditentukan oleh pemeliharannya, dengan perawatan yang baik, kendaraan akan dalam kondisi prima. Perawatan yang tergolong sederhana tetapi sangat vital adalah penggantian secara rutin minyak pelumas. Meski sederhana, jenis perawatan ini sering menyisakan persoalan pemilihan pelumas yang tepat dan hal-hal yang berkaitan dengan pengantiannya. Pasalnya, pelumas dipasaran tidak hanya berbeda merek tetapi juga memiliki berbagai spesifikasi. Penggunaan minyak pelumas pada kendaraan bermotor ditujukan untuk mencegah gesekan antar komponen yang bergerak pada mesin. Sehingga diharapkan dapat mencegah keausan logam mesin akibat gesekan langsung. Pemilihan jenis minyak pelumas harus disesuaikan dengan kegunaan dan spesifikasi minyak pelumas yang tersedia, selain itu juga harus memperhatikan keadaan cuaca, karena karakteristik viskositas minyak pelumas sangat bergantung pada temperature lingkungannya (indeks viskositas).

Lama Pemakaian pada minyak pelumas direkomendasikan dalam jarak tempuh (5000 km, 10000 km atau bahkan ada yang lebih sampai 20000 km). Oleh karena itu kondisi berkendara adalah tidak sama (start, jalan pelan, macet di jalan, ngebut, nunggu di traffic light dan lain – lain), maka dibuatlah satu standart kondisi “NORMAL DRIVING” yang didasarkan pada kecepatan konstan/tetap pada kelajuan 45 MPH (70 km/jam). Maka dengan kondisi kecepatan konstan tersebut dan lama perjalanan adalah 200 jam, diatas kertas umur oli adalah $200 \text{ jam} \times 70 \text{ km/jam} = 14000 \text{ km}$ (M.arisandi, Darmanto, T.Priangkoso 2012).

Kondisi riil berkendara tidaklah sama dengan test laboratorium, atau kondisi yang diasumsi oleh para pembuat mobil. Untuk patokan memperpanjang umur mesin maka pergantian oli dilakukan secara teratur : 1. Dino oil (mineral) :2000

km s/d 3000 km, 2. Synthetic based oil (semi synthetic) : antara 3000 k m s/d 5000 km, 3. Fully-synthetic oil : 5000 km s/d 7000 km.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui viskositas (kekentalan) oli digunakan pada sepeda motor Yamaha dengan masa pemakaian 0 km dan 3000 km. Maka hubungan antara jarak tempuh dengan viskositasnya adalah semakin rendah viskositas suatu fluida, semakin besar juga pergerakan dari fluida tersebut. Viskositas menjelaskan ketahanan internal fluida untuk mengalir dan mungkin dapat dipirakan sebagai pengukuran dari pergeseran fluida.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana viskositas (kekentalan) oli digunakan pada sepeda motor Yamaha dengan masa pemakaian 0 km dan 3000 km?
2. Berapa lama waktu pergantian oli yang baru terhadap mesin sepeda motor Yamaha?
3. Bagaimana tingkat viskositas oli jenis YamaLube setelah pemakaian?

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Satu Unit Motor Automatic berkapasitas 155 cc.
2. Jenis Oli Baru yang dipakai adalah Oli berspesifikasi SL 10W-40 JASO MA. Dengan volume 800 ml
3. Jarak tempuh minyak pelumas adalah 0 km dan 3000 km.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui viskositas (kekentalan) oli digunakan pada sepeda motor Yamaha dengan masa pemakaian 0 km dan 3000 km.
2. Untuk mengetahui waktu pergantian oli yang baru terhadap mesin sepeda motor Yamaha.
3. Untuk mengetahui tingkat viskositas oli jenis YamaLube setelah pemakaian.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Merupakan salah satu bekal mahasiswa sebelum terjun ke dunia industri, sebagai modal persiapan untuk dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh.
2. Membuka wawasan tentang pengujian viskositas fluida dengan menggunakan metode bola jatuh berdasarkan hukum Stokes.
3. Sebagai bahan referensi bagi yang ingin mengetahui lebih lanjut tentang viskositas fluida.
4. Untuk menghindari terjadinya over heat terhadap sepeda motor yang dipakai.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sifat Fluida

Fluida adalah zat yang mampu mengalir dan menyesuaikan diri dengan wadahnya. Setiap zat atau materi yang mengalami gerakan atau berpindah tempat dari tempat yang satu ke tempat yang lain akan menghasilkan energi dan energi ini sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik dari fluida yang merupakan sumber dari energi tersebut (Giles, 1984).

Aliran fluida di dalam media berpori telah menarik banyak perhatian para peneliti serta kalangan industri seperti menghitung gaya-gaya dan momen pada pesawat terbang, menemukan laju aliran massa minyak bumi di dalam pipa. Pengetahuan tentang aliran fluida ini juga telah diterapkan dalam banyak hal seperti pemanfaatan reservoir, penanganan sampah, rekayasa material, rekayasa biomedis, dan lain-lain (Sahimi, 1993). Aliran fluida tersebut tidak hanya melalui pori mikroskopik tetapi juga melalui rekahan yang secara geometri ukurannya lebih besar daripada pori dan memiliki batas dan permukaan internal yang kasar. (Cosse, 1993).

Fluida ialah zat yang dapat mengalir dan memberikan sedikit hambatan terhadap perubahan bentuk ketika ditekan. Yang termasuk dalam fluida ialah zat cair dan gas. Contohnya adalah air, minyak, oli, aspal dan udara. Dimana setiap fluida memiliki viskositas yang berbeda.

Fluida dimana tegangan gesernya linier terhadap gaya gesek atau viskositasnya tidak berubah disebut Fluida Newtonian. Fluida yang tegangan gesernya tidak linier terhadap regangan gesernya disebut Fluida non Newtonian. Fluida yang tergantung pada waktu disebut Fluida Thiksofrofik. Contohnya adalah tinta. Fluida Viskositasnya makin lama makin berkurang meskipun laju gesernya tetap disebut Fluida Rheopektik. Contohnya adalah gips.

2.2 Viskositas

Viskositas merupakan ukuran besarnya tahanan fluida terhadap gaya gesek yang diterima, viskositas disebut juga sebagai kekentalan suatu zat cair (fluida). Semakin besar viskositas semakin besar puladensity(rapat masa) fluida tersebut.

Viskositas air dan minyak memiliki kerapatan yang hampir sama, namun memiliki perilaku yang berbeda. Mengkarakter sebuah fluida tidak cukup hanya dengan sifat-sifat fluida seperti berat jenis fluida, namun dibutuhkan sebuah sifat tambahan seperti viskositas untuk menggambarkan fluiditas dan sebuah fluida.

Air mudah diaduk dan mudah dituang. Sedangkan minyak pelumas dan aspal lebih sukar diaduk dan dituang. Dengan demikian dikatakan bahwa minyak pelumas dan aspal relative kental daripada air. Mengaduk dan menuang sebenarnya adalah menggerakkan molekul-molekul atau lapisan-lapisan zat cair terhadap sesamanya. jika ada grafik fluida dengan benda lain, selalu terjadi kakas yang melawan gerak tersebut yang disebut kakas kekentalan.

Karena adanya viskositas, maka untuk menggerakkan salah satu lapisan fluida diatas permukaan lainnya atau supaya suatu permukaan dapat meluncur diatas permukaan lainnya, bila diantara permukaan ini terdapat lapisan fluida, maka harus dikerjakan gaya.

Terdapat banyak metode yang digunakan untuk mengukur viskositas dari sebuah fluida. Sebuah review telah dilakukan oleh Yusibani (2012) tentang metode-metode apa saja yang dapat digunakan untuk mengukur sebuah fluida. Metode pipa kapilari banyak digunakan untuk mengukur viskositas suatu fluida. Terutama pengukuran pada tekanan dan suhu yang tinggi (Yusibani et al., 2011). Metode kawat bergetar menjadi alternatif lain untuk mengukur viskositas suatu sampel yang jumlahnya relatif sedikit, namun metode ini terkendala dengan penggunaan instrumen yang sensitif dan relatif mahal (Yusibani et al., 2013). Metode benda jatuh merupakan metode lain yang sangat sederhana, murah dan cukup presisi yang dapat digunakan sebagai instrumen untuk mengukur sebuah fluida berupa zat cair (Yusibani, 2012).

Dalam merumuskan persamaan dasar mengenai aliran kental, akan jelas nanti bahwa masalah tegangan dan tegangan luncur dalam zat padat. Apabila suatu zat padat mengalami tegangan luncur, pada benda padat itu terjadi suatu pergeseran. Tegangan luncur didefenisikan sebagai perbandingan pergeseran yang timbul terhadap dimensi melintang dan dalam batas elastis. Tegangan luncur berbanding lurus dengan regangan luncur. Sebaliknya pada fluida tegangan luncur ini bertambah terus tanpa batas selama ada tegangan

2.2.1 Koefisien Viskositas

Koefisien viskositas fluida disingkat η . koefisien kekentalan cairan didefinisikan sebagai perbandingan tegangan luncur F/A , dengan perubahan tegangan luncur :

$$\eta = \frac{\text{tegangan luncur}}{\text{cepat perubahan tegangan luncur}} = \frac{F/A}{v/\ell} \quad (2.1)$$

$$F = \eta \cdot A \cdot \frac{v}{\ell} \quad (2.2)$$

Satuan SI untuk η adalah Newton meter detik atau Nm s. Nilai η tergantung pada jenis cairan dan dipengaruhi suhu. Untuk cairan yang mudah mengalir misalnya minyak tanah atau air, tegangan luncur ini relatif kecil untuk cepat perubahan regangan luncur tertentu. Sehingga viskositasnya juga relatif kecil. Dalam hal ini cairan seperti molase atau gliserin diperlukan tegangan luncur yang lebih besar untuk cepat terjadinya perubahan tegangan luncur yang sama dan viskositas cairannya lebih besar pula.

Viskositas semua fluida sangat dipengaruhi oleh temperatur. Untuk fluida cair, saat temperatur naik maka viskositasnya berkurang karena pergerakan ikatan molekul lainnya. Sedangkan untuk gas, saat temperatur tinggi maka viskositasnya akan bertambah.

Semua viskositas adalah satuan gaya kali jarak dibagi oleh luas dikali kecepatan. Jadi dalam satuan gas cgs, satuan viskositasnya adalah $1 \text{ dyn cm}^{-2} \times (\text{cms}^{-2})$ yang disederhanakan menjadi 1 dyn cms^{-2} . Satuan ini disebut "poise", sebagai penghormatan kepada sarjana Prancis Poiseuille. Viskositas yang kecil diukur dalam centipoise ($1 \text{ cp} = 10^{-2} \text{ poise}$) atau mikro poise ($1 \mu\text{p} = 10^{-6} \text{ poise}$).

Fluida kental, seperti oli memiliki koefisien viskositas besar ($\mu = 110 \times 10^{-3} \text{ pas}$). fluida tidak kental seperti air memiliki koefisien viskositas kecil ($\mu = 1,00 \times 10^{-3} \text{ pas}$). pada tabel dibawah ini dapat kita lihat beberapa viskositas fluida.

Tabel 2.1 Viskositas Fluida

Temperatur	Viskositas Minyak (poise)	Viskositas air (centipoises)	Viskositas udara (mikropoise)
0	53	1,972	171
20	9,86	1,005	181
40	2,31	0,656	190
60	0,80	0,469	200
80	0,30	0,357	209
100	0,17	0,284	218

Tabel 2.2 Kategori Minyak Pelumas Dasar

Kategori minyak pelumas dasar	Sulfur (%)	Senyawa jenuh/ saturates(%)	Indeks viskositas
Group I	>0,03	<90	80 sampai dengan 120
Group II	≤ 0,03	≥ 90	80 sampai dengan 120
Group III	≤ 0,03	≥ 90	≥ 120
Group IV	Semua polyalphaolefins (PAOs)		
Group V	Semua yang tidak termasuk Group I, Group II, Group III dan Group IV		

Catatan

Group I dan II merupakan pelumas dasar mineral

Group III, Group IV dan Group V merupakan minyak pelumas dasar sintetis

Sumber : SNI 06-7069.1-2005

2.2.2 Hukum Stokes

Konsep yang dikemukakan oleh Sir Goerge Stokes (13 Agustus 1819 - 1 Februari 1903), Hukum Stokes berbunyi: “Bila sebuah bola bergerak dalam suatu fluida Yang diam terhadap bola itu akan bekerja gaya gesekan yang arahnya berlawanan dengan arah gerak bola tersebut. Benda yang jatuh memiliki kecepatan yang makin lama makin besar, tetapi dalam fluida sebagai mediumnya ada gaya gesek yang makin besar bila kecepatan benda jatuh makin besar. Sehingga pada satu titik akan didapat keseimbangan yang menyebabkan kecepatan benda tersebut akan tetap”.

Bila Fluida sempurna yang viskositasnya nol mengalir melewati bola, atau apabila bola bergerak dalam suatu fluida yang diam, garis-garis arusnya akan membentuk suatu pola yang simetris disekelilingi bola itu. Persamaan untuk gaya kekentalan tidak akan kita rumuskan langsung berdasarkan hukum aliran fluida

kental. Besaran yang mempengaruhi gaya V ialah viskositas η fluida yang bersangkutan dengan radius bola itu, sehingga kecepatan V relative terhadap fluida.

Menurut hukum stokes, sebuah bola dan ruji r yang bergerak dengan kecepatan rendah V didalam fluida (gas atau cairan) akan mengalami gaya gesekan yang melawan gerakanya akibat kekentalan fluida. Besar gaya gesekan F_v yang diberikan oleh fluida kental dinyatakan dengan persamaan :

$$F_v = k \eta v \quad (2.3)$$

Dimana koefisien k tergantung pada bentuk geometrik benda. Bila dianalisa selengkapnya, maka persamaan untuk gaya kekentalan itu adalah :

$$F_v = 6 \pi r v \eta \quad (2.4)$$

Persamaan ini dirumuskan pertama kali oleh sir George Stokes dalam tahun 1845 dan dinamakan dengan hukum stokes. Dimana :

F_v = Gaya yang melawan gesekan (N)

r = Jari Jari bola (cm)

v = Kecepatan bola relative terhadap medium (cm/s)

η = koefisien kekentalan cairan (Ncms)

tanda minus menunjukkan arah F_v berlawanan arah dengan arah v . Syarat- syarat penggunaan hukum stokes :

- a. Ruang tempat medium tidak terbatas
- b. Tidak ada turbulensi (penggelinciran) pada medium, praktisnya ini berarti kecepatan v tidak besar (Djonoputro;1980).

2.3 Kualitas Oli

Dalam metode bola jatuh, sebuah bola kecil dijatuhkan kedalam tabung tranparansi berisi cairan. Pertama kevepatan bola rendah tetapi percepatan gravitasi menyebabkan kecepatan bertambah sehingga gaya F_v semakin besar. Gaya yang dialami bola adalah gaya gravitasi F_g (arahnya ke bawah), gaya apung (arahnya ke atas) dan gaya gesekan (arahnya ke atas). Pada suatu kecepatan tertentu akan terjadi keseimbangan :

$$F_g + F_b + F_v = 0 \quad (2.5)$$

Dimana gaya bawah dianggap positif sehingga resultan gaya menjadi nol, maka kecepatan bola tidak berubah lagi melainkan tetap pada nilai maksimum atau nilai akhir yang ditulis dengan V_a . Kecepatan ini disebut kecepatan akhir yang disebut juga dengan *terminal velocity*. Gaya F_g dan F_b dapat ditulis dengan fungsi jari-jari bola r , rapat massa bola ρ_b dan rapat massa Cairan ρ_c .

$$F_g = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_b g \quad (2.6)$$

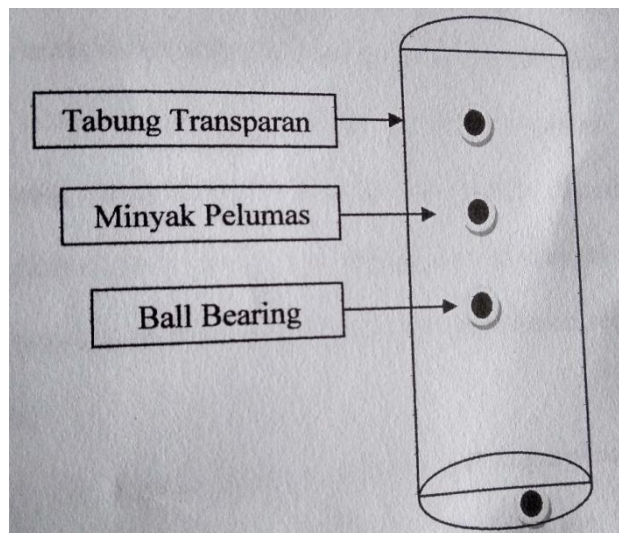
$$F_b = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_c g \quad (2.7)$$

Perhatikan arah kebawah diberi tanda (+) dalam semua persamaan, setelah substitusi ke rumus (2.1) dan (2.2), diperoleh :

$$G \pi \eta v_{ar} = \frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_b - \rho_c) g$$

Sehingga,

$$\eta = \frac{2}{g} \times \frac{r^2}{v_a} \pi r^3 (\rho_b - \rho_c) g \quad (2.8)$$



Gambar 2.1 Viskometer metode Bola Jatuh.

Semua besaran ruas kanan persamaan (2.5) dapat diukur menurut persamaan (2.5). perbandingan r^2/V_a seharusnya konstan dan percobaan juga dapat membuktikan benar tidaknya hal ini.

Beberapa hal yang perlu dalam pengukuran kekentalan dengan metode ini adalah:

- a. Perlu dipastikan bahwa kecepatan yang diukur benar-benar adalah kecepatan konstan (akhir)

- b. Persamaan (2.1) diatas hanya berlaku jika bola lebih kecil dari ukuran tabung (paling tidak $\frac{1}{10}$) dari diameter tabung.
- c. Suhu harus konstan untuk jenis-jenis minyak.

Oli mineral berbahan bakar oli dasar (base oil) yang diambil dari minyak bumi yang telah diolah dan disempurnakan, beberapa pakar mesin memberikan saran agar jika telah bisa menggunakan oli mineral selama bertahun-tahun maka jangan langsung menggantinya dengan oli sintetis dikarenakan oli sintetis umumnya mengikis deposit (sisa) yang ditinggalkan oli mineral sehingga deposit tadi terangkat dari tempatnya dan mengalir kecelah-celah mesin sehingga mengganggu pemakaian mesin.

Oli sintesis biasanya terdiri atas *Polyalphaolifins* yang datang dari bagian terbersih dari pemilihan dari oli mineral, yakni gas. Senyawa ini kemudian dicampur dengan oli mineral. Inilah mengapa oli sintetis bisa dicampur dengan oli mineral dan sebaliknya. Basis yang paling stabil adalah *polyol-ester* (bukan bahan baju polyester), yang paling sedikit bereaksi bila dicampur dengan bahan lain. Oli sintetis 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 sintetis didesain untuk menghasilkan kinerja yang lebih efektif dibandingkan dengan oli mineral.

Kekentalan merupakan salah satu unsur kandungan oli paling rawan karena berkaitan dengan ketebalan oli atau seberapa besar resistensinya untuk mengalir. Kekentalan oli langsung berkaitan dengan sejauh mana oli berfungsi sebagai pelumas sekaligus pelindung benturan antara permukaan logam.

Oli harus mengalir ketika suhu mesin atau tempertur *ambient*. Mengalir secara cukup agar terjamin pasokannya kekomponen-komponen yang bergerak. Semakin kental oli, maka lapisan yang ditimbulkan menjadi lebih kental. Lapisan halus pada oli kental memberikan kemampuan ekstra menyapu arah membersihkan permukaan logam yang terlumasi. Sebaliknya oli yang terlalu tebal akan memberikan resistensi berlebih mengalirkan oli pada tempertur rendah sehingga mengganggu jalannya pelumasan kekomponen yang dibutuhkan. Untuk itu, oli harus memiliki kekentalan lebih tepat pada tempertaur tertinggi atau tempertaur terendah ketika mesin dioperasikan.

2.3.1 Society of automotive engineers (SAE)

Tingkat kekentalan oli yang disebut “Viscosity-Grade” adalah ukuran kekentalan dan kemampuan pelumas untuk mengalir pada temperature tertentu menjadi prioritas terpenting dalam memilih oli. Kode pengenal oli adalah berupa huruf SAE yang merupakan singkatan dari society of Automotive Engineers. Bila pada kemasan oli tersebut tertera angka SAE 15W-40 berarti 15W (Winter) menunjukkan pada suhu dingin oli bekerja pada kekentalan 15 dan pada suhu terpanas akan bekerja pada kekentalan 40.

Tetapi yang terbaik adalah mengikuti viskositas sesuai permintaan mesin. Umumnya, mobil sekarang punya kekentalan lebih rendah dari 15W-40. Karena mesin belakangan lebih *sophisticated* sehingga kerapatan antar komponen makin tipis dan juga banyak celah-celah kecil yang hanya bisa dilalui oleh oli encer. Tidak baik menggunakan oli kental (20W-50) pada mesin seperti ini karena akan mengganggu debit aliran oli pada mesin dan tumpah semprotan lebih tinggi.

Untuk mesin lebih tua, *clearance bearing* lebih besar sehingga mengijinkan pemakaian oli kental untuk menjaga tekanan oli normal dan menyediakan lapisan *film* cukup untuk *bearing*.

2.3.2 American Petroleum Institute (API)

Kualitas oli disimbolkan oleh API (American Petroleum Institute). Symbol terakhir SL mulai diperkenalkan 1 Juli 2001. Walau begitu, symbol makin baru tetap bisa dipakai untuk kategori sebelumnya, seperti API SJ baik untuk SH, SG, SF dan seterusnya. Sebaliknya jika mesin kendaraan SJ maka tidak bisa menggunakan tipe SH karena mesin tidak akan mendapatkan proteksi maksimal sebab oli SH didesain untuk mesin yang lebih lama.

Ada dua tipe API, S (service) atau bisa juga (S) diartikan Spark-plug ignition (pakai busi) untuk mobil MPV atau Pick up bermesin bensin. C (Commercial) diaplikasikan pada truk heavy duty dan mesin diesel. Contohnya kategori C adalah CF, CF-2, CG-2. Bila menggunakan mesin diesel pastikan

memakai kategori yang tepat karena oli mesin diesel berbeda dengan oli mesin bensin karena karakter diesel yang banyak menghasilkan kontaminasi dan sisa pembakaran yang lebih tinggi. Oli ini memerlukan tambahan aditif dipersant dan detergent untuk menjaga oli tetap bersih. Sebagai tambahan, bila oli digunakan sudah tipe sintetis maka tidak perlu lagi diberikan aditif lain karena justru akan mengurangi kerja mesin bahkan merusaknya.

2.3.3 Kontaminasi

Kontaminasi terjadi dengan adanya benda-beda asing atau partikel pencemar didalam oli. Terdapat delapan macam benda pencemar biasa terdapat dalam oli yakni :

- a. Kausan elemen. Ini menunjukkan beberapa elemen biasanya terdiri dari tembaga, besi, chiminium, aluminium, timah, molybdenum, silicon, nikel atau magnesium.
- b. Kotoran atau gejala. Kotoran dapat masukl kedalam oli melalaui hembusan udara lewat sela-sela ring dan melalui sela lapisan oli tipis kemudian merambat menuruni dinding silinder. Gejala timbul dari bahan bakar yang tidak habis. Kempulan asam hitam dan kotoran filter udara menandai terjadinya gejala.
- c. Bahan bakar.
- d. Air. Ini merupakan produk sampingan pembakaran dan biasanya terjadi melalui timbunan gas buang. Air dapat memadat di *crankcase* ketika temperature operasional mesin kurang memadai.
- e. Ethylene glycol (anti beku)
- f. Produk-prodek belerang/asam
- g. Produk-prodek oksidasi mengakibatkan oli bertambah kental. Daya oksidasi meningkat oleh tingginya temperature udara masuk.
- h. Produk-produk nitrase. Nitrase tampak pada mesin berbahan bakar gas alam.

Semua oli baik mineral maupun syntetic sama-sama ada standar APInya namun ada keunggulan oli synthetic dibandingkan oli mineral yaitu lebih stabil pada temperature tinggi (less volatile) sehingga kadar penguapan rendah. Juga

mengontrol mencegah terjadinya endapan karbon pada mesin, sirkulasi lebih lancar pada waktu start pagi hari/cuaca dingin. Melumasi dan melapisi metal lebih baik dan mencegah terjadi gesekan antar logam yang berakibat kerusakan mesin. Selain itu, tahan terhadap perubahan/oksidasi sehingga lebih ekonomis dan efisien. Mengurangi terjadinya gesekan, meningkatkan tenaga dan mesin lebih dingin serta mengandung detergen yang lebih baik untuk membersihkan mesin dari kerak.

Sedangkan synthetic biasanya disarankan untuk mesin-mesin berteknologi terbaru (Turbo, Supercharger, DOHC, dan sebagainya) juga membutuhkan pelumasan yang lebih baik (racing) dimana antara celah part/logam lebih kecil/sempit/presisi. Dimana hanya oli synthetic yang bisa melapisi dan mengalir sempurna. Jadi untuk mesin yang diproduksi tahun 2001 keatas disarankan sudah menggunakan oli bertipe synthetic (campuran dengan mineral oil) atau fullt synthetic.

Kekentalan merupakan salah satu sifat karakteristik fisik oli mesin yang sangat penting. Dalam istilah oli mesin kekentalan biasa dikenal sebagai viskositas. Sebenarnya viskositasnya sama dengan kekentalan. Tingkat kekentalan suatu oli mesin mengacu pada lembaga SAE berdasarkan table SAE J 300 tahun 1999. Ada sekitar 30 jenis kekentalan SAE yang dikenal selama ini. Diantaranya seperti SAE 20W-50, SAE 10W-40, SAE 15W-40 dan seterusnya. Selama ini mungkin para biker hanya tahu kalau tingkat SAE itu Cuma membedakan encer dan kentalnya suatu mesin oli. Padahal makna SAE sesungguhnya lebih dari itu.

Umumnya tingkat kekentalan untuk motor, bila dilihat dari kondisi iklim di indonesia, performa mesin dan hasil pengujian, idealnya dapat dibagi 4 jenis yaitu :SAE 20W-50, SAE 10W-40, SAE 15-40 dan 15W-50. Sekarang kita lihat kelebihan dan kekurangan masing-masing tingkat SAE ini.

2.3.4 Jenis Kekentalan Oli

1. SAE 20W-50

Makna sesungguhnya : oli mesin yang masih mampu dipakai sampai kondisi suhu dingin -10°C sampai dengan -15°C (kode 20W) dan pada suhu 150°C dengan tingkat kekentalan tertentu (kode 50). Oli jenis ini relatif kurang efisien

dalam pemakaian BMM namun sangat baik dalam perlindungan/perawatan mesin, khususnya untuk kondisi jalan yang sering macet, jarang berjalan jauh, polusi dan beban berat. Pada kondisi ini dikenal dengan istilah ‘boundary lubrication’, dimana pada kondisi tersebut lapisan oli sangat tipis diantara celah mesin yang cenderung berpotensi terjadinya kontak antara logam dengan logam.

Oli jenis relative paling kecil nilai viskositas indeks (VI), diantara 4 jenis oli lainnya (minimal untuk oli mineral/semi sintetis 120, untuk sintetis 145). Semakin banyak aditiv index improver, semakin sensitive oli/kurang baik buat mesin motor utamanya terhadap stress digelar. VI adalah ukuran kemampuan suatu oli mesin dalam menjaga kestabilan kekentalan oli mesin dalam rentang suhu dingin sampai tinggi. Semakin tinggi VI semakin baik kestabilan kekebtalannya. Untuk oli mobil, VI tinggi akan sangat baik dimesin. Untuk motor bisa sebaliknya.

2. SAE 15W-50

Makna sesungguhnya : oli mesin yang masih mampu dipakai sampai kondisi suhu dingin -15°C sampai dengan -20°C (kode 15W) dan suhu 150°C dengan tingkat kekentalan tertentu (kode 50). Jenis oli relative sama dengan SAE 20W-50. Sedikit yang membedakan adalah sedikit lebih encer dan nilai VI lebih tinggi dari 20W-50 (minimal untuk oli mineral 130, untuk sintetis 150). Semakin tinggi nilai VI artinya adalah semakin banyak pemakaian aditif peningkat angka VI. Untuk motor hal ini sangat diriskan. Aditif ini relatif sensitif digunakan untuk motor yang menyatukan oli mesin dan gigi (wet clutch). Artinya oli jenis ini relative lebih mudah berubah kekentalannya dibandingkan 20W-50.

3. SAE 10W-40

Maka sesungguhnya : oli mesin yang masih mampu dipakai sampai kondisi suhu dingin -20°C sampai -25°C (kode 10W) dan suhu 150°C dengan tingkat kekentalan tertentu (kode 40). Jenis oli yang relative paling encer diantaranya keempat jenis oli lainnya. Oli ini relative paling irit BBM, namun kurang baik dala perlindungan mesin. Terutama pada kondisi jalan sering macet

dan beban berat (misalnya sering dipakai boncengan) relatif sama dengan SAE 15W-50, dalam hal pemakaian aditif peningkat angka VI. (minimal untuk oli mineral 30), untuk sintetis 150). Semakin banyak kandungan aditif peningkat angka VI, semakin besar kemungkinan peluang pecahnya aditif VI-nya dan berubah kekentalannya. Ukuran perubahan kekentalan oli biasanya dipakai batasan sampai 25-30% dari kekentalan awal atau oli baru. Agak sulit memang indikatornya soalnya Cuma laboratorium yang bisa memastikan hal ini.

4. SAE 15W-40

Makna sesungguhnya : oli mesin yang masih mampu dipakai sampai kondisi suhu dingin -15°C sampai dengan -20°C (kode 15W) dan suhu 150°C dengan tingkat kekentalan tertentu (kode 40). Nilai VI, minimal untuk oli mineral 125 dan sintetis 145.

Hasil pengujian dimotor sebenarnya menunjukkan oli jenis ini yang paling baik. Oli jenis ini relative stabil kekentalannya dibandingkan yang lainnya. Masalahnya oli jenis ini jarang diaplikasikan untuk motor. Biasanya jenis SAE ini, dipakai untuk kendaraan jenis mesin diesel, yang membutuhkan kestabilan kekentalan dalam jarak jauh dan kondisi ekstrim pada mesin diesel. Sebagai tambahan aditif VI adalah senyawa kimia kopolimer-rantai panjang yang mampu beradaptasi pada suhu rendah dan tinggi tetapi sensitive terhadap *stress* digear.

5. SAE 20W-40

Makna sesungguhnya : oli mesin yang masih yang mampu dipakai sampai kondisi suhu dingin -20°C sampai dengan 15°C (kode 20W) dan suhu 150°C dengan tingkat kekentalan tertentu (kode 40). Oli jenis ini relative cukup baik dalam kondisi BBM (cukup irit, sangat baik dipakai pada jalan perkotaan yang sering terjadi macet dan untuk pemakaian harian (Dicky Dermawan, 2008).

2.4. Jenis Oli Berdasarkan Bahan Dasar

1. Oli Mineral

Oli mineral berbahan dasar minyak murni yang sudah melalui proses penyulingan dan penyempurnaan. Beberapa pakar mesin memberikan saran agar jika telah bisa menggunakan oli mineral selama bertahun-tahun maka jangan langsung menggantinya dengan oli sintetis dikarenakan oli sintetis umumnya mengikis deposit (sisir) yang ditinggalkan oli mineral sehingga deposit tadi terangkat dari tempatnya dan mengalir kecelah-celah mesin sehingga mengganggu pemakaian.

2. Oli Sintetis

Oli sintetis dibuat dari bahan kimia yang banyak diaplikasi sebagai pengganti minyak mentah adalah polyalphaolefins. Ester berbasa dua, ester organofosfat. Ester silikat. Gilikol polialk ilena, silicon atau flour hidrokarbon. Karena mengandalkan bahan sintetis dan proses pembuatannya pun cukup rumit, maka harga pelumas sintetis menjadi jauh lebih mahal dari pelumas mineral. Oli sintetis cenderung tidak mengandung karbon reaktif, sebuah senyawa yang bila bergabung dengan oksigen menghasilkan asam (acid), yang dapat mempengaruhi performa oli. Pada dasarnya oli sintetis dibuat untuk dapat menghasilkan performa yang lebih baik dari oli mineral murni.

3. Oli Semi Sintetis

Oli semi sintetis berbahan dasar campuran base oli sintetis dengan mineral. biasanya dibuat dengan tujuan nilai ekonomis dari oli tersebut. Pada dasarnya apapun bahan baku oli yang dipakai harus diingat bahwa oli berkualitas melalui proses pencampuran base oli dengan paket aditif. Teknologi aditif yang ada pada saat ini memungkinkan performa base oli menjadi lebih baik, lebih bersih, tetap terjaga kekentalannya sehingga usia pemakaian oli dapat menjadi lebih panjang. Minyak pelumas Yama Lube tergolong oli semi sintetis. Oli atau minyak pelumas memiliki ciri-ciri fisik antara lain :

a. Viskositas atau kekentalan suatu minyak pelumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak pelumas, dihitung dalam ukuran standar. Makin besar perlawanannya untuk mengalir, berarti makin tinggi viskositasnya, begitu pula sebaliknya.

b. Indeks viskositas Tinggi rendahnya indeks ini menunjukkan ketahanan kekentalan minyak pelumas terhadap perubahan suhu. Makin tinggi angka indeks minyak pelumas, makin kecil perubahan viskositas-nya pada penurunan atau kenaikan suhu. Nilai indeks viskositas ini terbagi dalam 3 golongan, yaitu: • High Viscosity Index (HVI) di atas 80. • Medium Viscosity Index (MVI) 40–80. • Low Viscosity Index (LVI) di bawah 40.

2.4 Rumus Yang Digunakan Dalam Melakukan Penelitian Ini.

Rumus yang digunakan untuk menghitung hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Menghitung Kecepatan Bola

Dikarenakan dalam penelitian ini menghitung kecepatan melalui visual maka berlakulah rumus jarak dibagi waktu sebagai berikut :

$$V = \frac{s}{t} (m/s)$$

Dimana : s adalah Jarak (m)

t adalah Waktu (s)

- b. Menghitung Jari-Jari Bola

$$r = \frac{d}{2} (m)$$

Dimana : r adalah jari jari bola (m)

d adalah diameter bola (m)

- c. Menghitung Volume Bola

$$V = \frac{4}{3} \pi r^2$$

Dimana : V adalah Volume bola (m³)

r adalah jari jari bola (m)

- d. Menghitung Rapat Massa Bola (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{mb}{V_b} (gr/cm^3)$$

Dimana : ρ_b adalah rapat massa bola (ρ)

V_b adalah Volume Bola (m³)

- e. Menghitung Rapat Massa Cairan (ρ_c)

$$\rho_c = \frac{mc}{vc} = \frac{100}{100} = 1 gr/cm^3$$

$$V_{al} = \frac{2r^2 g}{9\eta} (\rho_b - \rho_c)$$

(M. Arisandi, Darmanto, T.Priangkoso, 2012)

2.5. Pelumas Bekas

Minyak pelumas bekas atau yang dalam kesehariannya disebut juga dengan oli bekas pada dasarnya adalah minyak pelumas yang dalam pemakaiannya telah mengalami berbagai macam gesekan dan tercampur dengan kotoran dari komponen-komponen mesin, sisa pembakaran maupun debu, hal ini menyebabkan efektifitas minyak pelumas menurun dan kontaminan yang didalamnya bila dibiarkan terlalu lama akan menjadi partikel yang abrasif dan merugikan, Jika ditinjau dari segi tersebut maka dengan menghilangkan sejumlah kontaminan dan mengembalikan sifat pelumasan yang dimilikinya minyak pelumas sangat berpotensi jika didaur ulang kembali. Daur ulang minyak pelumas bekas selain

merupakan salah satu alternatif dalam rangka efisiensi dan penghematan konsumsi minyak bumi juga dapat mengurangi pencemaran. Dan energi yang diperlukan untuk pengolahan oli bekas hanyalah sepertiga dari yang dibutuhkan untuk mengolah minyak mentah menjadi pelumas yang baik.

Daur ulang minyak pelumas dilakukan dengan cara memurnikan kembali kandungan dasar minyak pelumas (base oil) sehingga dapat digunakan lagi sebagai bahan dasar oli baru. Salah satu metode yang digunakan dalam pemurnian oli bekas yaitu metode acid and clay yaitu proses pemurnian dilakukan dengan menggunakan asam kuat sebagai pelarut dan clay dalam menyerap kontaminan dari sisa pelarutan asam. Asam sulfat (H_2SO_4) sebagai salah satu senyawa asam kuat umum kita jumpai penggunaannya sebagai bahan dalam pemrosesan biji mineral, oksidator pada karatan besi dan baja serta alkilasi pada pengilangan minyak. Sifatnya yang dapat bekerja menurunkan tegangan permukaan cairan dapat digunakan dalam menghilangkan sejumlah kontaminan yang terkandung dalam minyak pelumas bekas. Dalam prosesnya, penggunaan metode acid dalam pemurnian oli bekas masih membutuhkan sejumlah perlakuan lebih lanjut untuk mengembalikan karakteristik minyak pelumas. Yaitu salah satunya dengan clay treatment (Petder, 2012)

Penggunaan minyak pelumas terbatas oleh terurai dan terkontrolnya sampai saat penggantian/pembuangan. Minyak pelumas bekas, menurut rumusan ASTM (*American Standard Testing Materials*) ialah minyak dan benda kontaminan tersuspensi pasca pakai, tidak termasuk deposit pada system serta partikel-partikel besar yang memisah.

Apabila pelumas bekas langsung dibuang, tentu saja akan mencemari lingkungan. Dalam perkembangan masyarakat, juga dibidang kenderaan industry, masalah minyak pelumas bekas tidak dapat dianggap ringan.

Pelumas merupakan fraksi berat istilah dari industry proses minyak bumi. Permasalahan pelumas bekas menyangkut produksi, distributor, pemakaian, manajemen sampai penanganan limbah pakainya.

Pendaaur ulangan, selain mengandalkan bantuan/Teknologi luar negeri perlu secepat mungkin diimbangi peningkatan kemampuan IPTEK sendiri karena permasalahan ini semakin membesar serta kompleks.

Pengaturan dan pengendalian pendaur ulangan pelumas bekas semakin berat, setidaknya tiga operasi. Yakni keliru dalam hal pembakaran pelumas bekas serta pencampuran limbah berbahayanya, pengetatan standar manajemen daur ulangnya, serta pengendalian keamanan lingkungan (*Anton J. Hartomo, 2007*).

Fungsi utama suatu pelumas adalah untuk mengendalikan friksi dan keausan. Namun pelumas juga melakukan beberapa fungsi lain yang bervariasi tergantung di mana pelumas tersebut diaplikasikan, misalkan saja:

1. Pencegahan Korosi Peranan pelumas dalam rangka mencegah korosi, pelumas berfungsi sebagai preservative. Pada saat mesin bekerja pelumas melapisi bagian mesin dengan lapisan pelindung yang mengandung adiktif untuk menetralkan bahan korosif. Kemampuan pelumas untuk mengendalikan korosi tergantung pada ketebalan lapisan fluida dan komposisi kimianya.
2. Pengurangan Panas Salah satu fungsi pelumas yang lain adalah sebagai pendingin, dimana pelumas tersebut mampu menghilangkan panas yang dihasilkan baik dari gesekan atau sumber lain seperti pembakaran atau kontak dengan zat tinggi. Perubahan suhu dan oksidatif material akan menurunkan efisiensi pelumas (Sukirno, 2010).

Kandungan pelumas bekas antara lain :

- a. Molekul bahan dasar oli yang tidak berubah.
- b. Molekul bahan dasar oli yang berubah/teroksidasi.
- c. Polimer peningkatan angka viskositas.
- d. Adiktif lain dan yang tersisa.
- e. Air yang berasal dari pembakaran bahan bakar dan sebagainya.
- f. Hidrokarbon ringan dari bensin atau bahan bakar yang tidak terbakar sempurna.
- g. Partikel karbon hasil pembakaran atas bahan bakar.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya Pengaruh Lama Pemakaian Minyak Pelumas Terhadap Viskositas Dengan Menggunakan Metode Bola Jatuh Berdasarkan Hukum Stokes yaitu di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian.

No	Kegiatan	WAKTU (BULAN)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul	■					
2	Studi literatur		■				
3	Penulisan Proposal		■				
4	Penyediaan Alat dan Bahan		■				
5	Seminar proposal			■			
6	Pengujian dan Pengambilan data				■		
7	Analisa Data				■		
8	Penulisan laporan akhir				■	■	
9	Seminar hasil dan sidang sarjana					■	■

3.2 Alat dan Bahan.

Adapun bahan dan alat yang digunakan dalam pengaruh lama pemakaian minyak pelumas terhadap viskositas dengan menggunakan metode bola jatuh berdasarkan hukum stokes adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat.

Adapun Alat yang di gunakan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Bola-bola kecil padat (Ball bearing)

Dengan spesifikasi antara lain sebagai berikut :

- Diameter Bola : 5,29 mm
- Massa bola : 0,037 gr



gambar 3.1 Ball Bearing

Bola-bola padat kecil dipilih dengan berat yang sama. Bola-bola ini berfungsi untuk mengukur kekentalan cairan, dengan cara dijatuhkan pada permukaan cairan sampai ke dasar cairan yang yang berbeda didalam tabung transparan.

2. Tabung Transparan

Dengan spesifikasi antara lain sebagai berikut :

- Volume yang ditampung : 1000 ml
- Tinggi tabung : 40 cm



Gambar 3.2 Tabung Transparan

Tabung transparan berfungsi sebagai media minyak pelumas yang akan diuji yakni pelumas baru (0) km dan pelumas yang telah dipakai dengan jarak 3000 km.

3. Mikrometer

Dengan spesifikasi antara lain sebagai berikut :

- Skala : 100 unit = 1 mm
- Merek Alat : SHAN



Gambar 3.3 Mikrometer

Micrometer berfungsi untuk diame terluar dengan saruan $1/1000$ mm. dalam pengujian ini micrometer digunakan untuk mengukur diameter luar bola padat. Dalam uji coba ini pengukuran diameter bola dilakukan sebanyak tiga kali guna mendapatkan diameter yang tepat.

4. Stopwatch

Dengan spesifikasi antara lain sebagai berikut :

- Berat : 45 gr
- Kapasitas pengukuran waktu : 59'59.999



Gambar 3.4 Stopwatch

Stopwatch berfungsi sebagai pengukur waktu dalam satuan detik. Dalam pengujian ini stopwatch digunakan untuk mengukur pada saat bola padat dijatuhkan pada permukaan cairan hingga kedasar cairan. Pada pengujian ini stopwatch yang digunakan sebanyak empat stopwatch, digunakan empat titik jarak cairan yakni : 30 cm, 35 cm, dan 40 cm.

5. Kawat

Dalam pengujian ini kawat dipasang pada tabung, kawat ini dipasang dengan jarak setiap satu centimeter pada keseluruhan tabung guna melihat jarak jatuhnya bola.

6. Neraca Digital.

Dengan spesifikasi antara lain sebagai berikut :

- Ketelitian : 0,1 gr
- Kapasitas maksimal beban : 3000 gr
- Ukuran : 12,5 x 19 cm



Gambar 3.5 Neraca digital

Neraca digital berfungsi untuk menimbang massa benda-benda kecil dalam satuan gram. Digunakan untuk mengukur berat dari bola padat guna menggunakan berat bola padat yang sama karena dalam pengujian ini menggunakan beberapa bola padat.

7. Magnit

Magnit berfungsi untuk menarik benda-benda yang bersifat ferro. Dalam pengujian ini magnit digunakan untuk mengangkat bola padat dari dasar tabung transparan.

8. Gelas ukur

Dengan spesifikasi antara lain sebagai berikut :

- Panjang : 6 cm
- Lebar : 6 cm
- Tinggi : 15 cm
- Volume : 1000 ml



Gambar 3.6 Gelas Ukur

Gelas ukur adalah alat gelas kimia yang biasanya berbahan kaca, gelas ukur digunakan untuk mengukur volume cairan yang akan dituang pada tabung transparan.

9. Pinset



Gambar 3.7 Pinset

Pinset berfungsi untuk menjepit benda-benda kecil. Dalam pengujian ini pinset digunakan untuk menjepit bila padat yang akan dijatuhkan pada permukaan cairan yang berbeda pada tabung transparan.

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

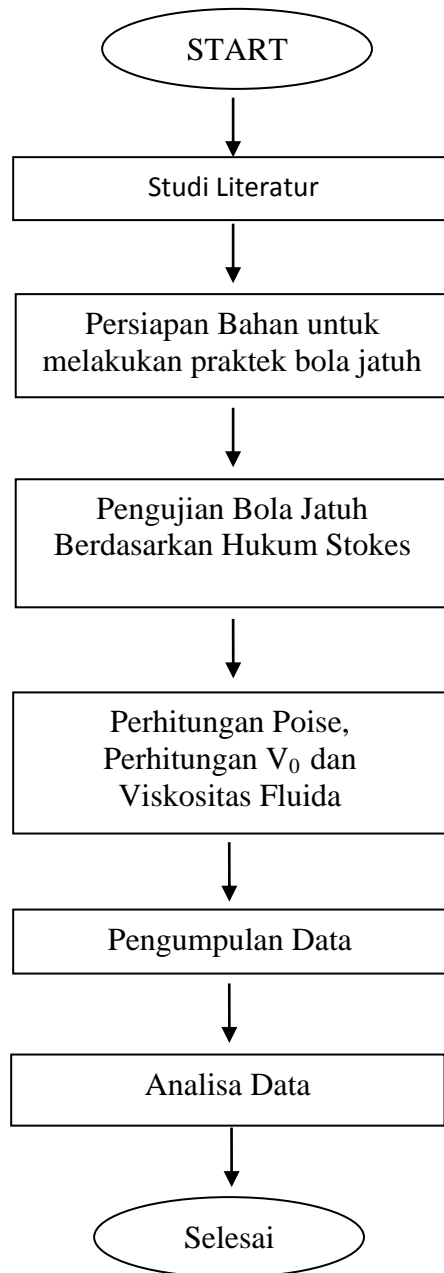
1. Minyak baru 0 km

Minyak pelumas yang digunakan dalam pengujian sebelum digunakan pada sepeda motor (baru).

2. Minyak pelumas setelah dipakai dengan jarak 3000 km

Adalah minyak pelumas yang telah dipergunakan pada sepeda motor dengan jarak tempuh 3000 km yang dipakai secara kontinu atau pemakaian sehari-hari.

3.3 Diagram Alir Penelitian



3.4 Prosedur Penelitian.

3.4.1 Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan pada kali ini adalah sebagai berikut :

1. Ambil 3 bola padat yang ukuran dan besarnya sama.



Gambar 3.8 Pemilihan Bola Padat

2. Ukurlah diameter tiap bola dengan menggunakan micrometer.



Gambar 3.9 Pengukuran Bola Padat

3. Timbanglah massa setiap bola yang sudah diukur diameternya.



Gambar 3.10 Penimbangan Bola Padat

4. Kemudian tuangkan cairan atau oli baru ke dalam gelas pada volume tertentu.



Gambar 3.11 Penuangan Minyak Pelumas Kedalam Tabung

5. Selanjutnya diambil satu bola yang mempunyai diameter tertetu dengan pinset, Dilepaskan bola pelan-pelan dari jarak yang sedekat mungkin dengan permukaan cairan, namun tidak sampai menyentuh cairan dan dipertengahan tabung. Diukur waktu bola jatuh dari batas permukaan atas sampai ke dasar tabung bawah.



Gambar 3.12 Melakukan Pengujian Pada Minyak Pelumas Baru

6. Selanjutnya tuangkan cairan oli 3000 km yang akan diuji selanjutnya.



Gambar 3.13 Penuangan Minyak Pelumas 3000 Km.

7. Dan ulangi cara pengujian cairan oli 3000 km sama seperti cairan oli baru sebelumnya.



Gambar 3.14 Melakukan Pengujian Pada Minyak Pelumas 3000 Km.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rumus Yang Digunakan Dalam Melakukan Penelitian Ini.

Rumus yang digunakan untuk menghitung hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

f. Menghitung Kecepatan Bola

Dikarenakan dalam penelitian ini menghitung kecepatan melalui visual maka berlakulah rumus jarak dibagi waktu sebagai berikut :

$$V = \frac{S}{t} (m/s)$$

Dimana : s adalah Jarak (m)

t adalah Waktu (s)

g. Menghitung Jari-Jari Bola

$$r = \frac{d}{2} (m)$$

Dimana : r adalah jari jari bola (m)

d adalah diameter bola (m)

h. Menghitung Volume Bola

$$V = \frac{4}{3} \pi r^2$$

Dimana : V adalah Volume bola (m³)

r adalah jari jari bola (m)

i. Menghitung Rapat Massa Bola (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{mb}{V_b} (gr/cm^3)$$

Dimana : ρ_b adalah rapat massa bola (ρ)

V_b adalah Volume Bola (m³)

j. Menghitung Rapat Massa Cairan (ρ_c)

$$\rho_c = \frac{mc}{vc} = \frac{100}{100} = 1 gr/cm^3$$

$$V_{al} = \frac{2r^2 g}{9\eta} (\rho_b - \rho_c)$$

4.2 Hasil Data Pengujian Viskositas Pada Minyak Pelumas Dengan Menggunakan Metode Bola Jatuh Berdasarkan Hukum Stokes.

Setelah melakukan pengujian sesuai dengan prosedur pengujian, maka didapat data dari pengujian viskositas pada tabel 4.1 dan 4.2 dibawah ini.

Parameter uji viskositas adalah sebagai berikut :

Jenis cairan	: Oli YamaLube
Volume cairan	: 1 liter = 1000 dm^3
Massa cairan	: 1000 gr
Massa gelas ukur	: 1000 gr
Diameter bola	: 5,29 mm = 0,529 cm
Massa bola	: 0,45 gr
Pengujian pertama	: Minyak Pelumas Yama Lube Baru (0km)
Pengujian kedua	: Minyak Pelumas Yama Lube Pemakaian 3000 km

Tabel 4.1 Data Uji Viskositas Minyak Pelumas Baru (0km)

No	X(cm)	t(s)
1	30	0,55
2	35	0,65
3	40	1

Dimana : X adalah jarak jatuh bola (cm)

t adalah waktu jatuh bola (s)

Tabel 4.2 Data Uji Viskositas Minyak Pelumas Pemakaian 3000 km

No	X(cm)	t(s)
1	30	0,94
2	35	1
3	40	1,13

Dimana : X adalah jarak jatuh bola (cm)

t adalah waktu jatuh bola (s)

4.3 Perhitungan Hasil Uji Viskositas

Setelah data hasil uji Viskositas diperoleh maka selanjutnya data tersebut dianalisa berdasarkan tabulasi dari berbagai uji viskositas minyak pelumas tersebut.

A. Analisa data untuk minyak pelumas baru (0km)

- Kecepatan Bola Pada Saat Jatuh

$$V_1 = \frac{x_1}{t_1} = \frac{30}{0,55} = 54,5 \text{ cm/s} = 0,545 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{x_2}{t_2} = \frac{35}{0,65} = 53,8 \text{ cm/s} = 0,538 \text{ m/s}$$

$$V_3 = \frac{x_3}{t_3} = \frac{40}{1} = 40 \text{ cm/s} = 0,4 \text{ m/s}$$

- Jari-jari bola

$$r_b = \frac{d}{2} = \frac{5,29}{2} = 2,64 \text{ mm} = 0,264 \text{ cm}$$

- Volume bola

$$V_b = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$= \frac{4}{3}(3,14)(0,264)^3$$

$$= 0,077 \text{ cm}^3$$

- Rapat massa bola (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{m_b}{v_b} = \frac{0,45}{0,077} = 5,844 \text{ gr/cm}^3$$

- Rapat massa cairan (ρ_c)

$$\rho_c = \frac{m_c}{v_c} = \frac{1000}{1000} = 1 \text{ gr/cm}^3$$

- $Va = \frac{2r^2g}{9\eta}(\rho_b - \rho_c)$

$$Va_1 = \frac{2r^2g}{9\eta_1}(\rho_b - \rho_c)$$

$$54,5 = \frac{2(0,264)^2(9,8)}{9\eta_1}(5,844 - 1)$$

$$54,5 = \frac{1,366}{9\eta_1}(4,844)$$

$$54,5 = \frac{6,616904}{9\eta_1}$$

$$490,5 \eta_1 = 6,616904$$

$$\eta_1 = 0,0134 \text{ Poise}$$

- $$Va_2 = \frac{2r^2g}{9\eta_2} (\rho b - \rho c)$$

$$53,8 = \frac{2(0,264)^2(9,8)}{9\eta_2} (5,844 - 1)$$

$$53,8 = \frac{1,366}{9\eta_2} (4,844)$$

$$53,8 = \frac{6,616904}{9\eta_2}$$

$$484,2 \eta_2 = 6,616904$$

$$\eta_2 = 0,0136 \text{ Poise}$$

- $$Va_3 = \frac{2r^2g}{9\eta_3} (\rho b - \rho c)$$

$$40 = \frac{2(0,264)^2(9,8)}{9\eta_3} (5,844 - 1)$$

$$40 = \frac{1,366}{9\eta_3} (4,844)$$

$$40 = \frac{6,616904}{9\eta_3}$$

$$360 \eta_3 = 6,616904$$

$$\eta_3 = 0,0183 \text{ Poise}$$

B. Analisa data untuk minyak pelumas pemakaian 3000 km

- Kecepatan Bola Pada Saat Jatuh

$$V_1 = \frac{x_1}{t_1} = \frac{30}{0,94} 31,9 \text{ cm/s} = 0,319 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{x_2}{t_2} = \frac{35}{1} = 35 \text{ cm/s} = 0,35 \text{ m/s}$$

$$V_3 = \frac{x_3}{t_3} = \frac{40}{1,13} = 35,4 \text{ cm/s} = 0,354 \text{ m/s}$$

- Jari-jari bola

$$rb = \frac{d}{2} = \frac{5,29}{2} = 2,64 \text{ mm} = 0,264 \text{ cm}$$

- Volume bola

$$Vb = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$= \frac{4}{3}(3,14)(0,264)^3$$

$$= 0,077 \text{ cm}^3$$

- Rapat massa bola (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{mb}{vb} = \frac{0,45}{0,077} = 5,844 \frac{gr}{cm^3}$$

- Rapat massa cairan (ρ_c)

$$\rho_c = \frac{mc}{vc} = \frac{834,3}{1000} = 0,8343 \text{ gr/cm}^3$$

- $Va_1 = \frac{2r^2g}{9\eta_1}(\rho_b - \rho_c)$

$$31,9 = \frac{2(0,264)^2(9,8)}{9\eta_1}(5,844 - 0,8343)$$

$$31,9 = \frac{1,366}{9\eta_1}(5,0097)$$

$$31,9 = \frac{6,8432502}{9\eta_1}$$

$$287,1 \eta_1 = 6,8432502$$

$$\eta_1 = 0,0238 \text{ poise}$$

- $Va_2 = \frac{2r^2g}{9\eta_2}(\rho_b - \rho_c)$

$$35 = \frac{2(0,264)^2(9,8)}{9\eta_2}(5,844 - 0,8343)$$

$$35 = \frac{1,366}{9\eta_2}(5,0097)$$

$$35 = \frac{6,8432502}{9\eta_2}$$

$$315 \eta_2 = 6,8432502$$

$$\eta_2 = 0,0217 \text{ poise}$$

- $Va_3 = \frac{2r^2g}{9\eta_3}(\rho_b - \rho_c)$

$$35,4 = \frac{2(0,264)^2(9,8)}{9\eta_3}(5,844 - 0,8343)$$

$$35,4 = \frac{1,366}{9\eta_3}(5,0097)$$

$$35,4 = \frac{6,8432502}{9\eta_3}$$

$$318,6 \eta_3 = 6,8432502$$

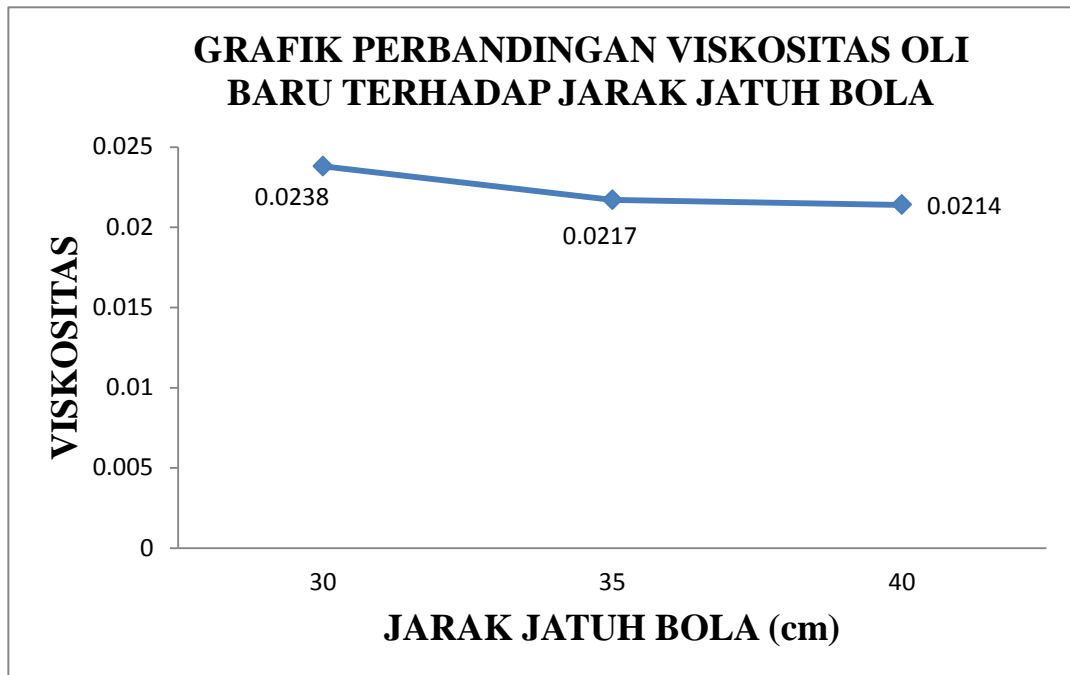
$$\eta_3 = 0,0214 \text{ poise}$$

4.4 Hasil Grafik Dari Penelitian



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Viskositas Oli Baru Terhadap Jarak Jatuh Bola.

Pada gambar grafik diatas terdapat perbandingan nilai viskositas oli baru terhadap jarak jatuh bola yang di tentukan, hal ini jelas terlihat bahwa pada jarak 30 cm didapat nilai viskositasnya adalah 0,0134 dan pada jarak 40 cm didapat nilai viskositasnya sebesar 0,0183. Maka pada jarak 30 cm sampai 40 cm nilai viskositasnya menjadi naik.



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Viskositas Oli lama Terhadap Jarak Jatuh Bola.

Pada gambar grafik diatas terdapat perbandingan nilai viskositas oli lama terhadap jarak jatuh bola yang di tentukan, hal ini jelas terlihat bahwa pada jarak 30 cm didapat nilai viskositasnya adalah 0,0238 dan pada jarak 40 cm didapat nilai viskositasnya sebesar 0,0214. Maka pada jarak 30 cm sampai 40 cm nilai viskositasnya menjadi turun.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terdapat beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Pada gambar grafik 4.1 terdapat perbandingan nilai viskositas oli baru terhadap jarak jatuh bola yang ditentukan, hal ini jelas terlihat bahwa pada jarak 30 cm didapat nilai viskositasnya adalah 0,0134 dan pada jarak 40 cm didapat nilai viskositasnya sebesar 0,0183. Maka pada jarak 30 cm sampai 40 cm nilai viskositasnya menjadi naik.
2. Pada gambar grafik 4.1 terdapat perbandingan nilai viskositas oli lama terhadap jarak jatuh bola yang ditentukan, hal ini jelas terlihat bahwa pada jarak 30 cm didapat nilai viskositasnya adalah 0,0238 dan pada jarak 40 cm didapat nilai viskositasnya sebesar 0,0214. Maka pada jarak 30 cm sampai 40 cm nilai viskositasnya menjadi turun.

5.2. Saran

1. Hendaklah mengetahui prinsip dari prosedur pengujian viskositas dengan metode bola jatuh ini.
2. Hendaknya peralatan laboratorium lebih dibersihkan setelah dipakai supaya waktu mau dipakai lagi lebih baik.
3. Agar lebih teliti dalam melakukan penelitian.
4. Agar lebih nyaman saat memakai alat.
5. Agar lebih teliti dalam melakukan penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah d, (2017) *perancangan dan penerapan sensor kumparan untuk percobaan viskositas dengan metode bola jatuh*. Jurnal inovasi fisika Indonesia vol 06 no.1 hal : 5-9. Universitas negeri Surabaya.
- Irawan A, (2013) *Pengaruh temperature terhadap viskositas minyak pelumas dengan menggunakan metode bola jatuh berdasarkan hokum stokes*. Universitas islam sumatera utara medan.
- Lubis AN, (2018) *pengaruh kekentalan cairan terhadap waktu jatuh benda menggunakan falling ball method*. Jurnal ilmu fisika dan Teknologi vol 02 no.2 : 26-32. Universitas islam negeri sumatera utara medan.
- M bias, dkk, (2013) *pembuatan prototipe viskometer bola jatuh menggunakan sensor magnet dan bola magnet*. Vol 5 no.2 institut Teknologi bandung.
- Soebyakto, sidiq fm, dan samyono d, (2016) *nilai koefisien viskositas diukur dengan metode bola jatuh dalam fluida viskos*. Vol 13 no.2 universitas pancasakti tegal.
- Susanti h dan asmoro pc, (2019) *rekontruksi set alat percobaan viskositas*. Jurnal wahana pendidikan fisika vol 4 no.1 : 31-36 universitas pendidikan Indonesia.
- Yusiban E, Hazmi AN, dan Yufita E, (2019) *pengukuran viskositas beberapa produk minyak goreng kelapa sawit setelah pemanasan*. Jurnal Teknologi dan industri pertanian industry vol 09 no.1. universitas syiah kuala.
- Barun, A dan Rukmana, E. (2010) *Analisis Performance Pada Heat Exchanger Jenis Sheel And Tube Tipe Bem Dengan Menggnakan Perubahan Laju Aliran Massa Fluida Panas (Mh)*. Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta.

LAMPIRAN

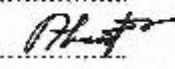

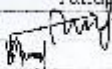

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 - 2021**

Peserta seminar

Nama : Muhammad Agung Ilesono

NPM : 1007230081

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Viskositas Minyak Pelumas Terhadap Lama Pemakaian Dengan Menggunakan Metode Bola Jatuh Berdasarkan Hukum Stokes

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing - I	Dr. Arif Anicuddin, M.Si	
Pembimbing - II	Almad Marabdi Srg, S.T.M.T 	
Pembimbing - III	IL Muharni, S.T.M.Sc 	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1009230107	Chaymi Aht Gunawan	
2	1009230089	Dimas Prabud	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 29 Syawal 1442 H
10 Juni 2021 M

Ketua Prodi. T. Mesin


Affandi, S.T.M.I

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Muhammad Agung Leksano
NPM : 160/230081
Judul T.Akhir : Pengaruh Viskositas Minyak Pelumas Terhadap Lama Pemakaian –
Dengan Menggunakan Metode Bola Jatuah Berdasarkan Hukum Stokes.

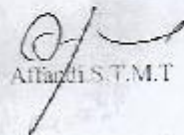
Dosen Pembimbing - I : Ir. Arif Amiruddin, M.S.
Dosen Pembimbing - II : Alimad Marabdi Siregar, S.T.M.T
Dosen Pendamping - II : H. Mubarnil, S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

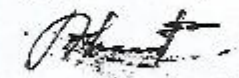
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (colloquium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (colloquium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain:
 1. Tujuan dibuat 2 saja, NO. 1 & 3 digabung.
 2. Buat dokumentasi penelitian pengujian dan pengambilan data.
3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Alimad S.T.M.T

Medan 29 Syawal 1442 H
10 Juni 2021 M

Dosen Pembimbing - I

Alimad Marabdi Siregar, S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Muhammad Agung Leksone
NPM : 1607230081
Judul T.Akhir : Pengaruh Viskositas Minyak Pelumas Terhadap Lama Pemakaian -
Dengan Menggunakan Metode Bola Jatuh Berdasarkan Hukum Stokes.

Dosen Pembimbing - I : Ir. Arif Amiruddin, M.Si
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Maraldi Siregar, S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : H. Muhamad, S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (colloquium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (colloquium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

...lihat buku skripsi.....

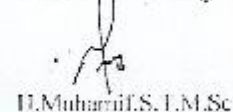
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 29 Syawal 1442H
10 Juni 2021M

Diketahui :
Ketu Prodi. T.Mesin


Afendi, S.T.M.T

Dosen Pembimbing- II


H. Muhamad, S.T.M.Sc



UMSU

Unggul | Berprestasi | Terpercaya

Tidak menjabar surat ini agar disebarkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Besri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 522/III.3AU/UMSU-07/P/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 18 Maret 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD AGUNG LAKSONO
Npm : 1607230081
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : IX (SEMBILAN)
Judul Tugas Akhir : PENGARUH VISKOSITAS TERHADAP MINYAK PELUMAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE BOLA JATUH BERDASARKAN HUKUM STOKES
Pembimbing : Ir. ARFIS AMIRUDDIN, M.Si

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 04 Sya'han 1442 H

18 Maret 2021 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

"PENGARUH LAMA PEMAKAIAN MINYAK PELUMAS TERHADAP VISKOSITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE BOLA JATUH BERDASARKAN HUKUM STOKES"

Nama : MUHAMMAD AGUNG LAKSONO

NPM : 1607230081

Dosen Pembimbing : Ir. H. Arfis Amiruddin, M.Si

No.	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	5-10-2020	Skus permeditasi	ky
2.	11-11-2020	permeditasi alat, bahan	ky
3.	2-12-2020	Perancangan bola jatuh alat permeditasi	ky
4.	6-01-2021	Pengamatan permeditasi dan permeditasi dengan jarum	ky
5.	17-02-2021	Perhitungan hasil permeditasi	ky
6.	20-03-2021	Kelelahan dan energi	ky
7.	24-04-2021	ky	ky

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Agung Laksono
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 22 November 1998
Alamat : Dusun 3, Desa Selemak, Kecamatan Hamparan
Perak, Kabupaten Deli Serdang
Agama : Islam
E-mail : agung28laksono@gmail.com
No.Hp : 081375854235

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN 106798 Medan	Tahun 2004-2010
2. SMPN 20 Medan	Tahun 2010-2013
3. SMK Swasta Harapan Mekar 1 Medan	Tahun 2013-2016
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2016-2021