

**LAPORAN TUGAS AKHIR
BIDANG KONSTRUKSI MESIN**

*“Pengaruh Viskositas Berbagai Minyak Sawit Untuk Oli
Peredam Shock Absorber Sepeda Motor”*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Tahap Sarjana

Oleh :

ARYA JAYENG RANA

NBP : 1010911005



**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS**

PADANG, 2015

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **Pengaruh Viskositas Berbagai Minyak Sawit Untuk Oli
Peredam *Shock Absorber* Sepeda Motor**

Nama : **ARYA JAYENG RANA**

No. BP : **1010911005**

Nama Pembimbing 1 : **Ir. Nusyirwan, MT**

Nama Pembimbing 2 : -

Menyetujui,

Pembimbing Tugas Akhir

Mahasiswa ybs,

Ir. NUSYIRWAN, MT
NIP. 196602181993021001

ARYA JAYENG RANA
BP. 1010911005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. H. IS PRIMA NANDA, MT
NIP. 19680927199802100 2

ABSTRAK

Sepeda motor merupakan kendaraan yang banyak dipakai oleh masyarakat pada zaman sekarang terutama untuk jalan-jalan yang sempit dengan tingkat mobilitas yang tinggi. Dalam mengoperasikan sepeda motor banyak kendala yang dihadapi, salah satunya adalah kendaraan tersebut dioperasikan untuk memasuki jalan-jalan dengan tingkat kekasaran yang tinggi (off road) dan jalan yang berlubang serta tidak rata. Oleh karena itu, tingkat kenyamanan dan keamanan perlu dipertimbangkan. Untuk mengurangi getaran dan guncangan, sepeda motor harus dilengkapi dengan sistem suspensi, salah satunya yaitu shock absorber.

Salah satu yang menjadi kajian tugas akhir ini adalah seberapa besar tingkat penyerapan gelombang getaran yang diberikan pada suatu bodi sepeda motor dengan memakai shock absorber dengan memvariasikan viskositas oli peredamnya.

Pada pengujian ini menggunakan 3 variasi viskositas oli peredam pada shock absorber dengan beban yang diberikan adalah sebesar 5 kg, 10 kg, 15 kg, dan 20 kg. Oli peredam yang pertama adalah oli shock absorber itu sendiri dengan nilai viskositas sebesar 1,37 poise, oli peredam yang kedua adalah minyak CPO dengan nilai viskositas sebesar 1,28 poise dan oli peredam yang ketiga adalah minyak goreng dengan nilai viskositas sebesar 1,63 poise.

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwasanya oli peredam CPO memiliki nilai viskositas yang baik sebagai oli peredam pada shock absorber. Hal ini dapat terlihat pada grafik penurunan amplitudonya dimana pada oli CPO grafik penurunan amplitudonya lebih besar dari pada oli peredam lainnya dan dari nilai rasio redamannya, oli CPO lebih besar dari oli peredam lainnya.

Kata kunci : *Visositas Peredam, Shock absorber, Amplitudo, Rasio Redaman.*

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil 'Alamin, segala puja dan puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Pengaruh Viskositas Berbagai Minyak Sawit Yang Digunakan Sebagai Oli Peredam Shock Absorber Sepeda Motor”** dengan baik dan lancar. Dengan selesainya penulisan tugas akhir ini penulis berharap tulisan ini dapat menambah ilmu dan wawasan penulis khususnya dalam jurusan Teknik Mesin. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tahap sarjana di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu dan Bapak dirumah yang telah berjuang membesarkan dan mendidik penulis dengan kasih sayang yang tak ternilai dan telah memberikan segenap dorongan moril dan materil setiap saat.
2. Bapak Ir. Nusyirwan, MT sebagai pembimbing utama yang telah membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sehingga dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Dr. H. Is Prima Nanda. MT selaku ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas.
4. Bapak Dr.eng Jon Affi selaku Koordinator Akademik Jurusan Teknik Mesin Universitas Andalas.
5. Bapak dan ibu staf pengajar di lingkungan Jurusan Teknik Mesin dan Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang.
6. Seluruh asisten Laboratorium Konstruksi Mesin (LKM) atas segala bantuannya baik secara langsung ataupun tidak langsung, yang sangat membantu dalam penyelesaian proposal tugas akhir ini.
7. Seluruh Asisten Laboratorium Mekatronika (MCT), Laboratorium Inti Teknologi Produksi (LITP), Laboratorium Metalurgi, LabKom, LET'S,

LKE, LDF, LDS, Laboratorium Termodinamika atas segala bantuannya yang sangat membantu dalam penyelesaian proposal tugas akhir ini.

8. Karyawan dan karyawan Jurusan Teknik Mesin FT – Unand terima kasih atas kedisiplinan dan kesabarannya dalam menjalankan tugasnya.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini yang namanya tidak bisa penulis sebutkan satu - persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu segala saran dan kritikan yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tulisan ini.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama bagi diri penulis sendiri.

Padang, April 2015

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR SIMBOL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LatarBelakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	2
1.4 BatasanMasalah.....	2
1.5 SistematikaPenulisan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Viskositas	3
2.1.1 Metode Pengukuran Viskositas	4
2.1.1.1 Metode Pengukuran Viskositas dengan metode oswald	4
2.1.1.2 Metode Pengukuran Viskositas dengan metode hoppler.....	6
2.1.1.3 Metode Pengukuran Viskositas dengan metode cup and bob.....	7
2.1.1.4 Metode Pengukuran Viskositas dengan metode cone and plate	7
2.1.2 Penelitian Relevan	7
2.2 Shock Absorber	8
2.2.1 Jenis-jenis Shock Absorber	9
2.2.2 Cara Kerja Shock Absorber.....	12
2.2.3 IstilahSeputar Shock Absorber	13
2.2.4 Perhitungan Shock Absorber.....	15
2.2.5 Penelitian Shock Absorber Variasi Oli yang Telah Dilakukan	16

2.3 Sistem Derajat Kebebasan Tunggal (1 DOF)	18
2.3.1 Diagram Benda Bebas	19
2.3.2 Getaran Bebas Dengan Redaman	20
2.3.3 Pengurangan Logaritmik (Logarithmic Decrement)	21
BAB III METODOLOGI	
3.1 Flow Chart Kerja	23
3.2 Metode Pengujian Alat	29
3.3 Metode Pengujian Viskositas	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Perancangan Alat Pengujian	32
4.2 Data Hasil Pengujian	33
4.2.1 Data Hasil Pengujian Penurunan Amplitudo	33
4.2.2 Data Hasil Pengujian Viskositas	34
4.3 Analisa dan Pembahasan	37
4.3.1 Penurunan Amplitudo terhadap Variasi Viskositas	37
4.3.2 Pengaruh Variasi Viskositas Sebagai Peredam Shock Absorber	42
4.3.3 Grafik Hasil Pengujian Viskositas	43
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Shock Absorber	9
Gambar 2.2	Shock absorber kerja tunggal (single action)	9
Gambar 2.3	Shock absorber kerja ganda (double action)	10
Gambar 2.4	Shock absorber tabung tunggal (mono tube).....	10
Gambar 2.5	Shock absorber tabung kembar (twin tube).....	11
Gambar 2.6	Shock absorber tipe hidraulik.....	11
Gambar 2.7	Shock absorber tipe gas	12
Gambar 2.8	Shock absorber	15
Gambar 2.9	Grafik Perbandingan Akselerasi dengan waktu pada Eksitasi Periodik 1,4 Hz dengan 3 Variasi Oli.....	16
Gambar 2.10	Grafik Perbandingan Akselerasi dengan waktu pada Eksitasi Periodik 1,7 Hz dengan 3 Variasi Oli.....	17
Gambar 2.11	Grafik Perbandingan Akselerasi dengan waktu pada Eksitasi Periodik 2,2 Hz dengan 3 Variasi Oli.....	17
Gambar 2.12	Contoh struktur yang dimodelisasikan sebagai system derajat kebebasan tunggal	18
Gambar 2.13	Model matematis system derajat kebebasan tunggal.....	19
Gambar 2.14	Diagram benda bebas, (a) sistem derajat kebebasan tunggal ; (b) gaya – gaya luar	19
Gambar 2.15	Getaran bebas dengan redaman	20
Gambar 2.16	Lengkungan menunjukkan perpindahan puncak dan perpindahan pada titik tangensial	22
Gambar 3.1	Diagram alir.....	23
Gambar 3.2	Shock absorber	24
Gambar 3.3	Poros	25
Gambar 3.4	Plat besi	25
Gambar 3.5	Slide regulator	26
Gambar 3.6	Jangka sorong	26
Gambar 3.7	Mistar / Penggaris.....	26
Gambar 3.8	Kertas grafik	27
Gambar 3.9	Twin pen.....	27

Gambar 3.10 Gelas Ukur.....	28
Gambar 3.11 Bola Pejal.....	28
Gambar 3.12 Stop Watch	28
Gambar 3.13 Fluida.....	29
Gambar 4.1 Alat pengujian pengaruh viskositas berbagai minyak kelapa sawit pada shock absorber	32
Gambar 4.2 Grafik perbandingan penurunan amplitudo beban 5 Kg	37
Gambar 4.3 Grafik perbandingan penurunan amplitudo beban 10 Kg.....	38
Gambar 4.4 Grafik perbandingan penurunan amplitudo beban 15 Kg	38
Gambar 4.5 Grafik perbandingan penurunan amplitudo beban 20 Kg	39
Gambar 4.6 Grafik perbandingan penurunan amplitudo masing – masing viskositas terhadap beban	40
Gambar 4.7 Grafik perbandingan rasio redaman dengan variasi beban dan variasi viskositas	42
Gambar 4.8 Grafik perbandingan viskositas dengan amplitudo 1	44
Gambar 4.9 Grafik perbandingan viskositas dengan amplitudo 2	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Viskositas cairan pada berbagai suhu.....	6
Tabel 2.2	Koefisien viskositas zat cair hasil eksperimen	7
Tabel 2.3	Nilai kekentalan (viskositas) berbagai macam fluida cair.....	7
Tabel 4.1	Data hasil pengujian penurunan amplitudo	33
Tabel 4.2	Data hasil pengujian viskositas oli <i>shock absorber</i>	34
Tabel 4.3	Data hasil pengujian viskositas oli CPO	35
Tabel 4.4	Data hasil pengujian viskositas oli minyak goreng	36
Tabel 4.5	Nilai rata – rata penurunan amplitudo.....	40

DAFTAR SIMBOL

C	= Konstanta <i>Shock Absorber</i>	
FD	= Panjang Total Sebelum diberikan Pembebanan	(m)
X	= Panjang Total Setelah diberikan Pembebanan	(m)
T	= Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pembebanan	(s)
\dot{x}	= Perbandingan antara panjang total setelah pembebanan dengan waktu	(m/s)
C_c	= Redaman kritis	(Ns/m)
k	= Kekakuan Pegas	(N/m)
m	= Massa	(Kg)
C	= Redaman	(Ns/m)
x	= Osilasi	
ω_n	= Frekuensi Pribadi	(Hz)
Φ	= Beda Fasa	
f_n	= Frekuensi	(Hz)
ζ	= Rasio redaman	
δ	= Peluruhan Logaritmik	
A	= Amplitudo	(m)
T	= Perioda	(s)
μ	= Viskositas Fluida	(m ² /s)
ϑ	= viskositas kinematis	(m ² /det)
μ	= Kekentalan Dinamis	(N det / m ²)
ν	= Kekentalan Kinematis	(m ² / det)
ω	= kecepatan susut	(Rad / det)
ρ	= Kerapatan (density)	(kg / m ³)
γ	= Berat Jenis	(N / m ³)
F	= gaya	(N)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepeda motor merupakan kendaraan yang banyak dipakai oleh masyarakat pada zaman sekarang terutama untuk jalan-jalan yang sempit dengan tingkat mobilitas yang tinggi. Dalam mengoperasikan sepeda motor banyak kendala yang dihadapi, salah satunya adalah kendaraan tersebut dioperasikan untuk memasuki jalan – jalan dengan tingkat kekasaran yang tinggi (off road) dan jalan yang berlubang serta tidak rata. Oleh karena itu, tingkat kenyamanan dan keamanan perlu dipertimbangkan. Untuk mengurangi getaran dan guncangan, sepeda motor harus dilengkapi dengan sistem suspensi, salah satunya adalah *shock absorber*.

Shock Absorber berfungsi untuk memperlambat dan mengurangi besarnya getaran gerakan dengan mengubah energi kinetik dari gerakan suspensi menjadi energi panas yang dapat dihamburkan melalui cairan hidrolik. [1]

Shock Absorber sendiri dapat bekerja dengan baik bila nilai viskositas peredamnya dapat mendukung kerja dari *shock absorber* itu sendiri. Maksudnya adalah, nilai viskositas dari peredamnya dapat memenuhi standar yang telah ditetapkan ataupun mendekati nilai standarnya.

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Kekentalan merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir. Beberapa cairan ada yang mengalir dengan cepat, sedangkan lainnya mengalir secara lambat. Cairan yang mengalir cepat contohnya seperti air, alkohol, dan bensin karena memiliki nilai viskositas kecil. Sedangkan cairan yang mengalir lambat seperti gliserin, minyak asto dan madu karena mempunyai nilai viskositas yang besar. Jadi viskositas tidak lain menentukan kecepatan mengalirnya suatu cairan (Yazid, 2005).

Salah satu yang menjadi kajian tugas akhir ini adalah seberapa besar tingkat penyerapan gelombang getaran yang diberikan pada suatu bodi sepeda motor dengan menggunakan *shock absorber* dengan memvariasikan viskositas peredamnya.

1.2 Tujuan

Tujuan yang diharapkan dapat tercapai dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan besarnya penurunan amplitudo gelombang getaran akibat beban kejut yang diberikan pada *shock absorber*.
2. Menganalisa pengaruh variasi viskositas sebagai peredam pada *shock absorber* sepeda motor.

1.3 Manfaat

Melalui pembuatan tugas akhir ini, dapat diketahui dan dapat ditentukan jenis oli peredam yang cocok pada *shock absorber* sepeda motor tertentu.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, oli peredam yang digunakan adalah oli peredam original dari *shock absorber*, minyak kelapa sawit (CPO), dan minyak goreng dimana beban yang akan digunakan sebagai beban kejut akan divariasikan dengan massa 5 kg, 10 kg, 15 kg, dan 20 kg.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini ditulis dan dibahas dalam lima bab.

Pada bab pertama, akan dibahas mengenai latar belakang dari penulisan tugas akhir ini, lalu tujuan dari penulisan dan manfaat yang akan didapatkan dari penulisan dan pembuatan tugas akhir ini.

Pada bab kedua membahas tentang tinjauan pustaka atau teori-teori yang mendukung dalam penulisan dan pembuatan tugas akhir ini, dimana teori-teori tersebut diantaranya adalah teori tentang viskositas, teori tentang *shock absorber*, dan teori getaran satu derajat kebebasan dengan redaman.

Pada bab ketiga membahas tentang alur proses dari pembuatan tugas akhir serta menjelaskan tentang komponen-komponen yang digunakan, alat ukur yang digunakan, set-up alat pengujian, dan prosedur pengujian.

Pada bab keempat membahas tentang hasil yang didapatkan setelah dilakukan pengujian dan menganalisa bagaimana pengaruh dari variasi viskositas yang diberikan dengan beban yang berbeda – beda.

Pada bab kelima membahas tentang kesimpulan dan saran dari pembuatan tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Viskositas

Viskositas adalah ukuran kekentalan suatu fluida yang menunjukkan besar kecilnya gesekan internal fluida [2]. Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Kekentalan merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir. Beberapa cairan ada yang mengalir dengan cepat, sedangkan lainnya mengalir secara lambat. Cairan yang mengalir cepat contohnya seperti air, alkohol, dan bensin karena memiliki nilai viskositas kecil. Sedangkan cairan yang mengalir lambat seperti gliserin, minyak asto dan madu karena mempunyai nilai viskositas yang besar. Jadi viskositas tidak lain menentukan kecepatan mengalirnya suatu cairan (Yazid, 2005).

Viskositas (kekentalan) cairan akan menimbulkan gesekan antar bagian atau lapisan cairan yang bergerak satu terhadap yang lain. Hambatan atau gesekan yang terjadi ditimbulkan oleh gaya kohesi di dalam zat cair. Viskositas gas ditimbulkan oleh peristiwa tumbukan yang terjadi antar molekul – molekul gas. (Yazid, 2005)

Kekentalan terjadi karena kohesi antar partikel zat cair. Zat cair ideal tidak mempunyai kekentalan. Zat cair mempunyai beberapa sifat sebagai berikut (Wylie, 1992) :

1. Apabila ruangan lebih besar dari volume zat cair akan terbentuk permukaan bebas horizontal yang berhubungan dengan atmosfer.
2. Mempunyai rapat massa dan berat jenis.
3. Dapat dianggap tidak termampatkan.
4. Mempunyai viskositas (kekentalan).
5. Mempunyai kohesi, adesi, dan tegangan permukaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas adalah sebagai berikut (Bird, 1987):

1. Tekanan

Viskositas cairan naik dengan naiknya tekanan, sedangkan viskositas gas tidak dipengaruhi oleh tekanan.

2. Temperatur

Viskositas 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 antar molekul melemah. Dengan demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperatur.

3. Kehadiran 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 akan turun karena minyak maupun gliserin akan semakin encer, waktu alirnya semakin cepat.

4. Ukuran dan berat molekul

Viskositas naik dengan naiknya berat molekul. Misalnya laju aliran alkohol cepat, larutan minyak laju alirannya lambat dan kekentalannya tinggi serta laju aliran lambat sehingga viskositas juga tinggi.

5. Ikatan Rangkap

Viskositas akan naik jika ikatan rangkap semakin banyak.

6. Kekuatan antar molekul

Viskositas air naik dengan adanya ikatan hidrogen, Viskositas CPO dengan gugus OH pada trigliseridanya naik pada keadaan yang sama.

2.1.1 Metode pengukuran Viskositas

2.1.1.1 Metode Pengukuran Viskositas dengan Metode Ostwald

Metode ini ditentukan berdasarkan hukum Poisulle menggunakan alat viskometer ostwald. Penetapannya dilakukan dengan jalan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalirkan cairan dalam pipa kapiler dari a ke b. Sejumlah cairan yang akan diukur viskositasnya dimasukkan kedalam viskometer yang

diletakkan pada thermostat. Cairan kemudian diisap dengan pompa ke dalam bola sampai di atas tanda a. Cairan dibiarkan mengalir kebawah dan waktu yang diperlukan dari a ke b dicatat menggunakan stopwatch (Rosian, 2009).

Pada metode oswald yang diukur adalah waktu yang diperlukan oleh sejumlah tertentu cairan untuk mengalir melalui pipa kapiler dengan gaya yang disebabkan oleh berat cairan itu sendiri. Pada percobaan sejumlah tertentu cairan dipipet ke dalam viskometer. Cairan kemudian dihisap melalui labu ukur dari viskometer sampai permukaan cairan lebih tinggi dari batas "a". Cairan dibiarkan turun ketika permukaan cairan turun melewati batas "b", stopwatch dimatikan. Jadi waktu yang dibutuhkan cairan untuk melewati jarak antara a dari b dapat ditentukan. Tekanan P merupakan perbedaan tekanan antara kedua ujung pipa U dan besarnya diasumsikan sebanding dengan berat jenis cairan (Ronana, 2009)

Viskositas dihitung sesuai persamaan Poissulle berikut (Sutiah, dkk., 2008): dimana t adalah waktu yang diperlukan cairan bervolume yang mengalir melalui pipa kapiler, L adalah panjang dan r adalah jari- jari. Tekanan P merupakan perbedaan aliran kedua yang pipa viskometer dan besarnya diasumsikan sebanding dengan berat cairan. Pengukuran viskositas yang tepat dengan cara itu sulit dicapai. Hal ini disebabkan harga r dan L sukar ditentukan secara tepat. Kesalahan pengukuran terutama r sangat besar pengaruhnya karena harga ini dipangkatkan empat. Untuk menghindari kesalahan tersebut dalam prakteknya digunakan suatu cairan pembanding. Cairan yang paling sering digunakan adalah air (Sutiah, dkk., 2008).

Untuk dua cairan yang berbeda dengan pengukuran alat yang sama berlaku Jadi bila η dan cairan pembanding diketahui, maka dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalir kedua cairan melalui alat yang sama dapat ditentukan η cairan yang sudah diketahui rapatannya (Sutiah, dkk., 2008).

Cairan	0° C	10° C	20° C	30° C	40° C	50° C
Air	0,0179	0,013	0,0101	0,0080	0,0065	0,0055
Gliserin	105,9	34,4	13,4	6,29	2,89	1,41
Anilin	0,102	0,065	0,0044	0,0316	0,0227	0,0185
Bensin	0,0091	0,0076	0,0065	0,0056	0,0050	0,0044
Etanol	0,0177	0,0147	0,012	0,0100	0,0083	0,007
Minyak lobak	25,3	3,85	1,63	0,96	-	-

Tabel 2.1 Viskositas cairan pada berbagai suhu (satuan poise) (Bird, 1987)

2.1.1.2 Metode Pengukuran Viskositas dengan Metode Hoppler

Pada viscometer ini yang diukur adalah waktu yang dibutuhkan oleh sebuah bola logam untuk melewati cairan setinggi tertentu. Suatu benda karena adanya gravitasi akan jatuh melalui medium yang berviskositas (seperti cairan misalnya), dengan kecepatan yang semakin besar sampai mencapai kecepatan maksimum. Kecepatan maksimum akan tercapai bila gravitasi sama dengan fictional resistance medium (Bird,1993).

Berdasarkan hukum Stokes pada kecepatan bola maksimum, terjadi keseimbangan sehingga gaya gesek = gaya berat – gaya archimedes. Prinsip kerjanya adalah menggelindingkan bola (yang terbuat dari kaca) melalui tabung gelas yang berisi zat cair yang diselidiki. Kecepatan jatuhnya bola merupakan fungsi dari harga resiprok sampel. Berdasarkan hukum stoke yaitu pada saat kecepatan bola maksimum,terjadi kesetimbangan sehingga gaya gesek sama dengan gaya berat archimedes. Dalam fluida regangan geser selalu bertambah dan tanpa batas sepanjang tegangan yang diberikan. Tegangan tidak bergantung pada regangan geser tetapi tergantung pada laju perubahannya. Laju perubahan regangan juga disebut laju regangan (D. Young , 2009)

Berdasarkan hokum stokes pada kecepatan bola maksimum, terjadi keseimbangan sehingga : gaya gesek = gaya berat, gaya Archimedes :

$$6\pi r V_{\max} = 4/3 r^3 (\rho_{\text{bola}} - \rho_{\text{cair}}) g$$

$$\Omega = \{ 2/g r^3 (\rho_{\text{bola}} - \rho_{\text{cair}}) g \} / V_{\max}$$

$$V_{\max} = h / t$$

Dimana : t = waktu jatuh bola pada ketinggian h

Dalam percobaan ini dipakai cara relative terhadap air, harganya :

$$\Omega_a = [2/g r^2 (\rho_a - \rho_1) g t_a] / h$$

$$\Omega_x = [2/g r^2 (\rho_x - \rho_1) g t_x] / h$$

$$\Omega_x / \Omega_a = [(\rho_x - \rho_1) g t_x] / [(\rho_a - \rho_1) g t_a]$$

2.1.1.3 Metode Pengukuran Viskositas dengan Metode Cup and Bob

Prinsip kerjanya sampel digeser dalam ruangan antara dinding luar Bob dan dinding dalam dari Cup dimana Bob masuk persis ditengan-tengah. Kelemahan viscometer ini adalah terjadinya aliran sumbat yang disebabkan gesekan yang tinggi disepanjang keliling bagian tube sehingga menyebabkan penemuan konsentrasi. Penurunan konsentrasi ini menyebabkan bagian tengah zat yang ditekan keluar memadat. Hal ini disebut aliran sumbat (Bird, 1993).

2.1.1.4 Metode Pengukuran Viskositas dengan Metode Cone and Plate

Cara pemakaiannya adalah sampel yang ditempatkan di tengah-tengah papan, kemudian dinaikkan hingga posisi dibawah kerucut. Kerucut digerakkan oleh motor dengan bermacam kecepatan dan sampelnya digeser didalam ruang sempit antara papan yang diam dan kemudian kerucut yang berputar (Bird, 1993).

2.1.2 Penelitian Relevan

Penelitian tentang koefisien viskositas zat cair dengan menggunakan hukum stokes melalui analisis regresi linier juga pernah dilakukan oleh Dr. Anwar Budianto. Salah satu sampelnya adalah air dan hasil penelitiannya diberikan pada tabel berikut :

Sr. No	Temperatur	Viscosity of soybean oil	Viscosity of sesame oil	Viscosity coconut oil	Viscosity sunflower oil
1	30	78,3	74,38	68,79	76,98
2	40	62,21	57,48	62,41	62,21
3	50	48,20	42,60	53,38	48,20
4	60	38,20	33,54	46,10	38,20
5	70	32,34	28,29	41,92	32,34
6	80	26,28	25,30	28,30	26,28

Tabel 2.2 Koefisen Viskositas Zat Cair Hasil Eksperimen(kailas M. talkit,dkk. 2012:492).

Untuk viskositas berbagai fluida cair yang lainnya dapat dilihat pada table 2.3, dimana satuan dari viskositas adalah Poise.

Approximate Viscosities of Common Materials (At Room Temperature-70°F) *	
Material	Viscosity in Centipoise
Water	1 cps
Milk	3 cps
SAE 10 Motor Oil	85-140 cps
SAE 20 Motor Oil	140-420 cps
SAE 30 Motor Oil	420-650 cps
SAE 40 Motor Oil	650-900 cps
Castrol Oil	1,000 cps
Karo Syrup	5,000 cps
Honey	10,000 cps
Chocolate	25,000 cps
Ketchup	50,000 cps
Mustard	70,000 cps
Sour Cream	100,000 cps
Peanut Butter	250,000 cps

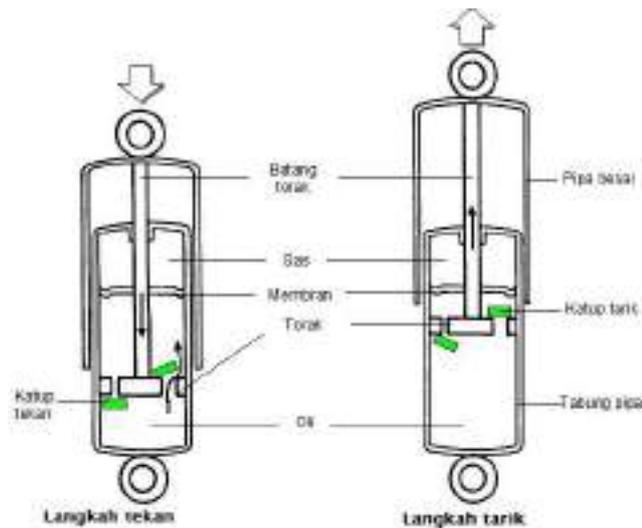
Tabel 2.3 Nilai Kekentalan (Viskositas) Berbagai Macam Fluida Cair [3]

2.2 Shock absorber

Shock absorber merupakan komponen penting suatu kendaraan yaitu dalam sistem suspensi, yang berguna untuk meredam gaya osilasi dari pegas. *Shock absorber* berfungsi untuk memperlambat dan mengurangi besarnya getaran gerakan dengan mengubah energi kinetik dari gerakan suspensi menjadi energi panas yang dapat dihamburkan melalui cairan hidrolik [4].

Shock absorber adalah alat yang berfungsi sebagai peredam guncangan atau kejutan dan untuk mendispersikan energi kinetik yang dihasilkan guncangan atau kejutan tersebut. *Shock absorber* berperan penting pada sistem suspensi mobil dan motor, roda pendaratan untuk pesawat terbang, dan sebagai bagian dari sistem pendukung mesin-mesin industri. Versi besar dari *shock absorber* terkadang digunakan dalam teknik struktural untuk menambah stabilitas dan mengurangi kerusakan yang diakibatkan oleh bencana alam. *Shock absorber* biasanya berbentuk silinder yang terdiri dari piston bergerak yang dilapisi oleh cairan hidrolik atau udara [5].

Konstruksi *shock absorber* itu terdiri atas piston, piston rod dan tabung. Piston adalah komponen dalam tabung *shock absorber* yang bergerak naik turun disaat *shock absorber* bekerja. Sedangkan tabung adalah tempat dari minyak *shock absorber* dan sekaligus ruang untuk piston bergerak naik turun. Dan yang terakhir adalah piston rod yang merupakan batang yang menghubungkan piston dengan tabung bagian atas (tabung luar) dari *shock absorber*. Dapat terlihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Shock absorber[6]

Shock absorber pada Sepeda motor memiliki komponen pada bagian bawahnya terhubung dengan piston dan dipasangkan dengan swing arm kendaraan, bagian atasnya terpasang dengan silinder bagian atas yang dipasangkan dengan rangka kendaraan. Fluida kental menyebabkan gaya redaman yang bergantung pada kecepatan relatif dari kedua ujung unit tersebut. Hal ini membantu untuk mengendalikan guncangan pada roda [4].

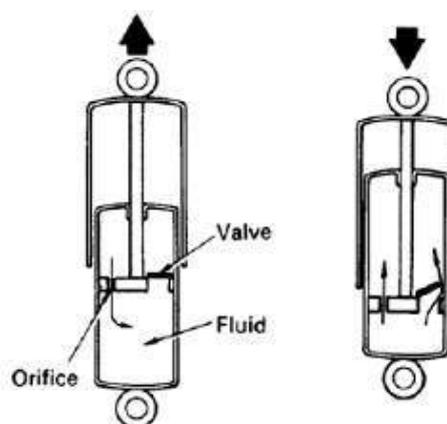
2.2.1 Jenis-Jenis *Shock absorber*

A. Menurut Cara Kerja

Menurut cara kerjanya, *shock absorber* terdiri atas [5] :

1. *Shock absorber* kerja tunggal (single action)

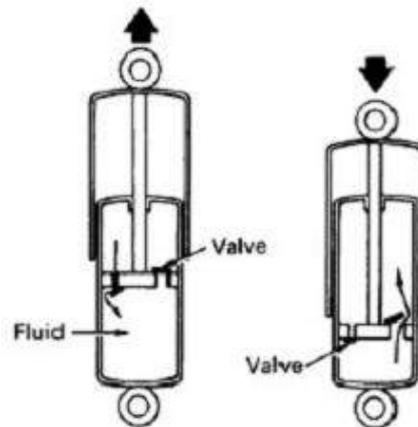
Efek meredam hanya terjadi saat ekspansi. Sebaliknya saat kompresi tidak terjadi peredaman.



Gambar 2.2 Shock absorber kerja tunggal (single action) [5]

2. *Shock absorber* kerja ganda (*double action*)

Saat ekspansi dan kompresi selalu terjadi redaman.



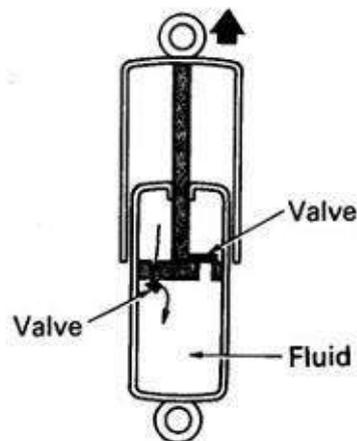
Gambar 2.3 *Shock absorber* kerja ganda (*double action*) [5]

B. Menurut Konstruksi

Berdasarkan konstruksinya, *shock absorber* terbagi atas [5] :

1. *Shock absorber* tipe mono tube

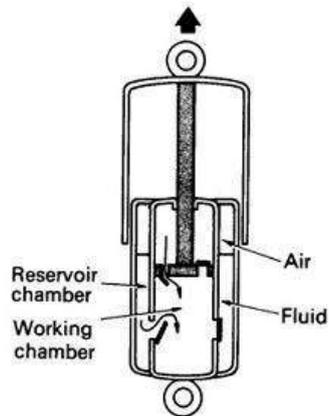
Dalam *Shock absorber* terdapat satu silinder tanpa reservoir.



Gambar 2.4 *Shock absorber* tabung tunggal (mono tube) [5]

2. *Shock absorber* tipe twin tube

Dalam *shock absorber* terdapat *pressure* dan *outer chamber* yang membatasi *working chamber* dan *reservoir chamber*.



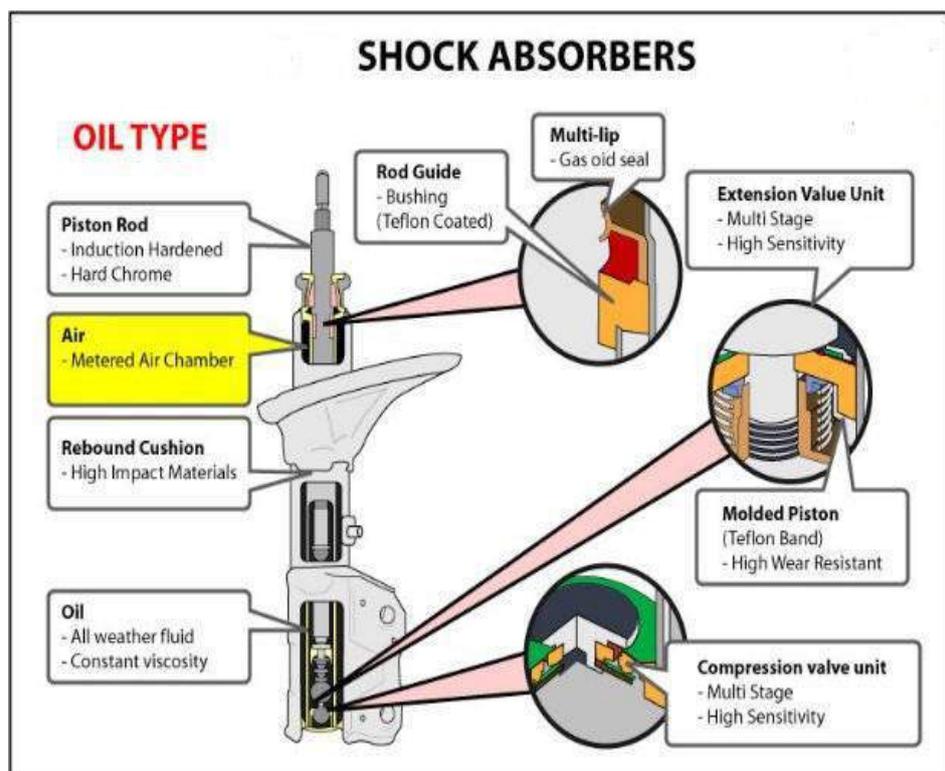
Gambar 2.5 Shock absorber tabung kembar (twin tube) [5]

C. Menurut Medium Kerja

Menurut medium kerjanya, *Shock absorber* terbagi atas 2, yaitu :

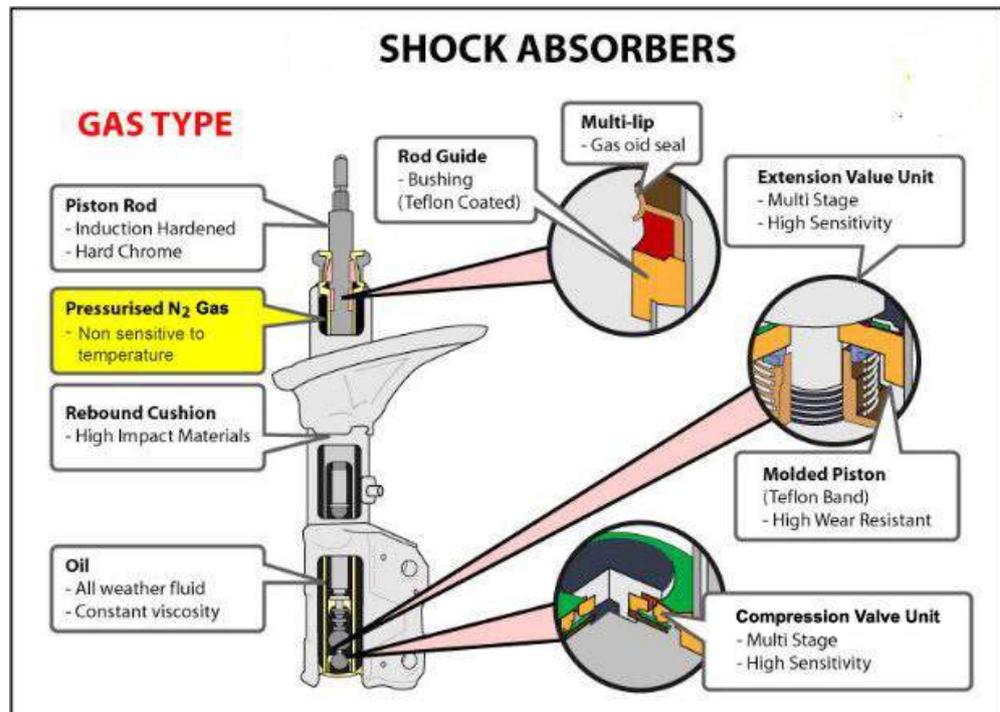
1. *Shock absorber* tipe hidraulik

Di dalamnya terdapat minyak *shock absorber* sebagai media kerja.



Gambar 2.6 Shock absorber tipe hidraulik [5]

2. Shock absorber tipe gas



Gambar 2.7 Shock absorber tipe gas [5]

2.2.2 Cara Kerja Shock absorber[5]

A. Ditekan (Compression)

Saat *shock absorber* karena gaya osilasi dari pegas suspensi, maka gerakan yang terjadi adalah *shock absorber* mengalami pemendekan ukuran. Pada saat inilah piston bergerak turun ke bawah. Minyak *shock absorber* yang berada di bawah piston akan naik ke ruang di atas piston melalui lubang yang ada pada piston. Sementara lubang kecil (*oriface*) pada piston tertutup karena katup menutup saluran *oriface* tersebut. Penutupan katup ini disebabkan karena peletakkan katup yang berupa membran (plat tipis) dipasangkan di bawah piston, sehingga ketika minyak *shock absorber* berusaha naik ke atas maka katup membran ini akan terdorong oleh minyak *shock absorber* dan akibatnya menutup saluran *oriface*. Jadi minyak *shock absorber* akan menuju ke atas melalui lubang yang besar pada piston, sementara minyak tidak bisa keluar melalui saluran *oriface* di piston. Pada saat ini *shock absorber* tidak melakukan peredaman terhadap gaya dari osilasi pegas suspensi, karena minyak dapat naik ke ruang di atas piston dengan sangat mudah.

B. Memanjang (Expansion)

Pada saat memanjang piston di dalam tabung akan bergerak dari bawah naik ke atas. Gerakan naik piston ini membuat minyak *shock absorber* yang sudah berada di atas menjadi tertekan. Minyak *shock absorber* ini akan mencari jalan keluar agar tidak tertekan oleh piston terus. Maka minyak ini akan mendorong katup pada saluran *oriface* untuk membuka dan minyak akan keluar atau turun ke bawah melalui saluran *oriface*. Pada saat ini katup pada lubang besar di piston akan tertutup karena letak katup ini yang berada diatas piston. Minyak *shock absorber* ini menekan katup lubang besar di piston ke bawah dan berakibat katup ini tertutup. Tapi letak katup saluran *oriface* membuka karena letaknya yang berada di bawah piston , sehingga ketika minyak shock menekan ke bawah katup ini membuka. Pada saat ini minyak *shock absorber* hanya dapat turun ke bawah melalui saluran *oriface* yang kecil. Karena salurannya yang kecil , maka minyak *shock absorber* tidak akan bisa cepat turun ke bawah alias terhambat. Di saat inilah *shock absorber* melakukan peredaman terhadap gaya osilasi pegas suspensi. Cara kerja dari *shock absorber* di atas kita kenal dengan nama *shock absorber* yang bertipe *single action* , untuk *shock absorber* tipe *double action* maka saluran besar pada piston tidak ada , tapi kedua - duanya berupa saluran *oriface* atau saluran kecil. Sehingga baik pada saat memanjang atau ditekan *shock absorber* akan melakukan peredaman terhadap gaya osilasi pegas suspensi.

2.2.3 Istilah Seputar *Shock absorber*[7]

Saat kendaraan melewati jalan berlubang atau jalan yang tidak rata, getaran yang terjadi di roda, langsung diteruskan ke kemudi. Inilah yang membuat tangan mudah kesemutan, berkendara tidak nyaman, dan keseimbangan kendaraan sulit untuk dikendalikan. Agar kendaraan stabil, per atau pegas saja tidak cukup, per hanya menghasilkan gaya pegas atau memantul. Gaya pegas timbul karena gerakan memantul balik. Jika hanya menggunakan per (pegas), pasti pengendaraan terpentol-pental. Maka digunakan peredam kejut atau *shock absorber*.

Istilah yang digunakan pada *shock absorber* diantaranya :

1. *Rebound*

Merupakan gaya pantal dari per (pegas). Motor yang hanya dilengkapi per (pegas), ketika melewati jalan yang tidak rata akan memantul berkali - kali tergantung dari kondisi jalanan. Pantulan ini dinamakan *rebound*. *Rebound* terjadi karena beban dari pengendara dan motor akan menekan ke bawah ketika melewati lubang. Bila lubang besar, gaya *rebound* bisa 20 kali. Untuk mengurangi gaya *rebound* inilah motor butuh *shock absorber*. Fungsinya mengurangi gaya pantul. Semakin bagus sok, semakin banyak gaya yang mampu diredam.

2. Teleskopik

Sebutan lazim untuk sok depan. Bentuknya tabung. Di dalamnya berisi piston, per dan oli sebagai medianya. Bagian bawah terdapat tabung lebih besar yang menampung oli. Di bagian atas, terdapat tabung lebih kecil. Tabung inilah yang bergerak turun dan naik memberikan gaya *rebound*.

3. Upside Down

Sebutan untuk sok depan yang bentuknya kebalikan dari pada tipe teleskopik. Banyak diaplikasikan pada motor-motor besar dan motor jenis balap.

4. Rear Cushion

Lazim disebut sok belakang. Sok belakang sendiri terbagi menjadi beberapa tipe, yaitu *single tube*, banyak dipakai pada motor jenis bebek maupun skubek dan *double tube*, umumnya diaplikasi di motor jenis motor sport .

5. Pitch

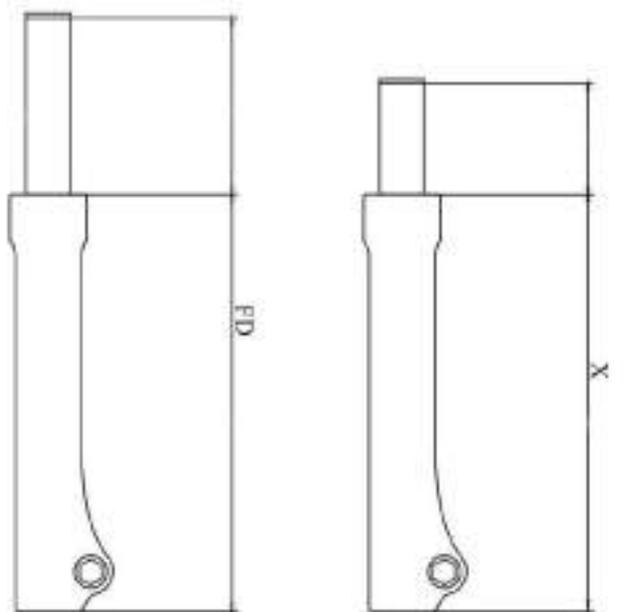
Adalah jarak kerenggangan pada *spring*. *Pitch* ini ada dua macam. Pertama, tipe konvensional, yang hanya memiliki satu *pitch* untuk pengaturan per. Apakah mau empuk atau keras. Rapat untuk empuk dan renggang untuk keras. Yang kedua, tipe *Progressive* yang memiliki dua *pitch*, rapat dan renggang. Karena ada dua *pitch*, maka bisa diatur sesuai kondisi beban.

6. *Preload*

Istilah ini digunakan saat melakukan pengaturan sok. *Preload* adalah settingan posisi awal dari sok sebelum motor dipakai. Pada *preload*, kita mengatur ketinggian sok sesuai postur kita. Setelah itu, barulah dilakukan settingan kekerasan atau keempukannya.

2.2.4 Perhitungan *Shock absorber*

Untuk mengetahui seberapa besar konstanta dari sebuah *shock absorber*, maka harus dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai konstantanya. Sebelum melakukan perhitungan, harus diketahui terlebih dahulu komponen-komponen pendukung dalam menentukan konstanta dari sebuah *shock absorber*. Komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Shock absorber*

Dari gambar 2.8 dapat diketahui komponen-komponen dalam menentukan nilai dari konstanta *shock absorber*, yaitu panjang total *shock absorber* sebelum diberikan pembebanan, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pembebanan, dan panjang total *shock absorber* setelah diberikan pembebanan.

Formula yang digunakan untuk menghitung nilai dari konstanta sebuah *shock absorber* dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$C = \frac{FD}{\dot{x}} \quad 2.1$$

Karena \dot{x} belum diketahui, maka digunakan persamaan 2.2 untuk mendapatkan \dot{x} .

$$\dot{x} = \frac{x}{t} \quad 2.2$$

Dimana :

FD = Panjang total sebelum diberikan pembebanan

X = Panjang total setelah diberikan pembebanan

t = Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pembebanan

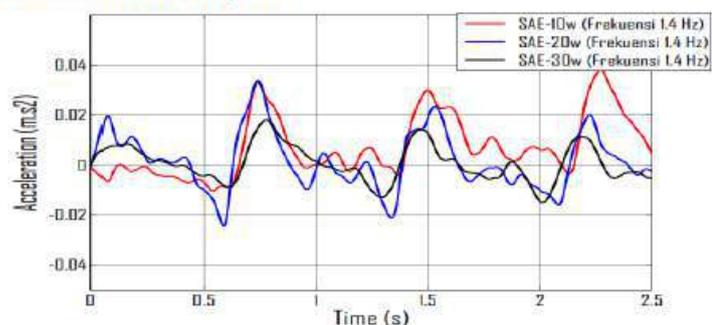
\dot{x} = Perbandingan antara panjang total setelah pembebanan dengan waktu

2.2.5 Penelitian Shock Absorber Variasi Oli yang Telah Dilakukan

Wanda Afrison dan Harus Laksana Guntur, mahasiswa program magister, Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, telah melakukan penelitian tentang *shock absorber* dengan judul Studi Karakteristik *Regeneratif Shock Absorber Double Silinder Hydraulic Actuator* Dengan Variasi Viskositas Oli. Jurnal dari penelitian ini terlampir pada lampiran D. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan penggunaan viskositas oli, dimana oli yang digunakan tetap satu jenis saja, tetapi viskositasnya berbeda – beda, yaitu SAE 10, SAE 20, dan SAE 30. Hal ini dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh viskositas oli terhadap kinerja HEMSA (*Hydrolic Electro Mechanis Shock Absorber*). Hasil penelitian ini diperoleh data yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penggunaan oli ideal untuk HEMSA. Ideal disini bermakna suatu kondisi dimana viskositas oli yang digunakan mampu mengoptimalkan kinerja HEMSA, ditinjau dari faktor kenyamanan. Hasil dari penelitian ini didapatkan grafik perbandingan antara akselerasi dengan waktu untuk ketiga variasi oli dengan frekuensi yang diberikan berbeda – beda . Dapat dilihat pada gambar 2.9, 2.10, 2.11 berikut :

Respon Massa Sprung pada Eksitasi Periodik 1,4 Hz

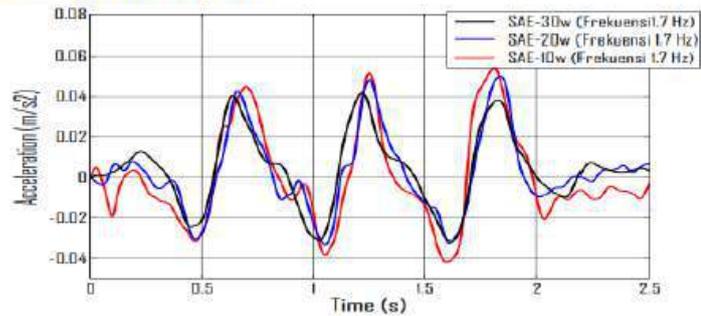
Jenis Oli	RMS
SAE 10	0.018 m/s ²
SAE 20	0.014 m/s ²
SAE 30	0.007 m/s ²



Gambar 2. 9 Grafik Perbandingan Akselerasi dengan waktu pada Eksitasi Periodik 1,4 Hz dengan 3 Variasi Oli

Respon Massa Sprung pada Eksitasi Periodik 1,7 Hz

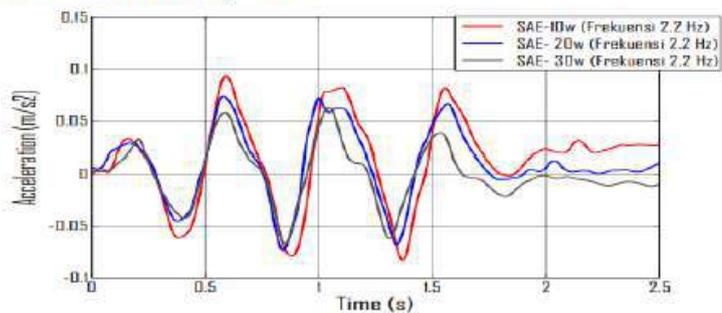
Jenis Oli	RMS
SAE 10	0.025 m/s ²
SAE 20	0.023 m/s ²
SAE 30	0.012 m/s ²



Gambar 2.10 Grafik Perbandingan Akselerasi dengan waktu pada Eksitasi Periodik 1,7 Hz dengan 3 Variasi Oli

Respon Massa Sprung pada Eksitasi Periodik 2,2 Hz

Jenis Oli	RMS
SAE 10	0.037 m/s ²
SAE 20	0.034 m/s ²
SAE 30	0.021 m/s ²



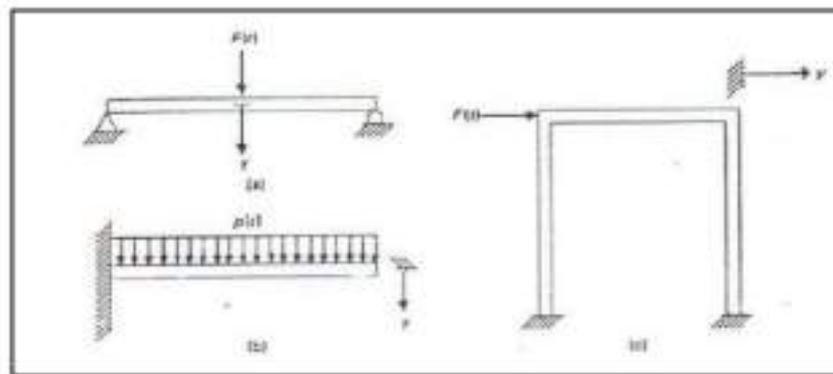
Gambar 2.11 Grafik Perbandingan Akselerasi dengan waktu pada Eksitasi Periodik 2,2 Hz dengan 3 Variasi Oli

Dari grafik 2.9, 2.10, 2.11 dapat disimpulkan bahwa *Hydraulic Electro Mechanical Shock Absorber* (HEMSA) yang menggunakan oli SAE 10 memiliki nilai rms percepatan massa sprung tertinggi dibanding HEMSA dengan oli SAE 20 dan 30 pada seluruh frekuensi eksitasi. Dimana rms massa sprung pada frekuensi 1.4 Hz sebesar 0.018 m/s², pada frekuensi 1.7 sebesar 0.025 m/s² dan pada frekuensi 2.2 Hz sebesar 0.037 m/s².

Ditinjau dari faktor kenyamanan pengendara, nilai rms tertinggi HEMSA pada penggunaan masing-masing oli masih dalam kategori “nyaman” dimana rms percepatan tertinggi yang terjadi pada frekuensi eksitasi 2.2 Hz pada penggunaan oli dengan SAE 10 masih dibawah 0.1 m/s² (a rms maks <0.1m/s²). Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan penggunaan oli dengan SAE 10 menghasilkan kondisi terbaik bagi karakteristik HEMSA baik ditinjau dari faktor kenyamanan.

2.3 Sistem Derajat Kebebasan Tunggal (1 DOF) [8]

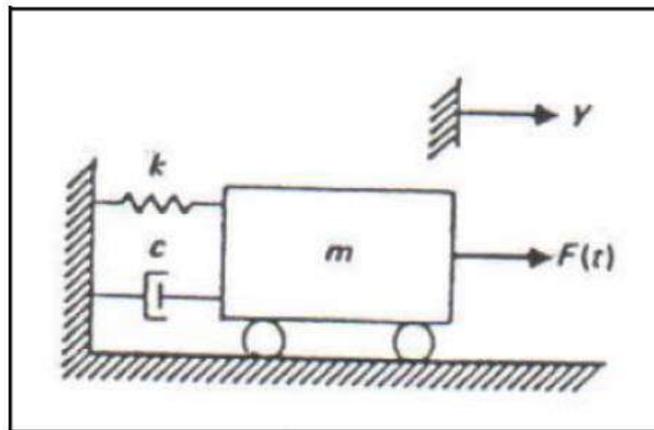
Dalam dinamika struktur, jumlah koordinat bebas (*independent coordinates*) diperlukan untuk menetapkan susunan atau posisi sistem pada setiap saat, yang berhubungan dengan jumlah derajat kebebasan (*degree of freedom*). Pada umumnya, struktur berkesinambungan (*continuous structure*) mempunyai jumlah derajat kebebasan (*number of degrees of freedom*) tak berhingga. Namun dengan proses idealisasi atau seleksi, sebuah model matematis yang tepat dapat mereduksi jumlah derajat kebebasan menjadi suatu jumlah diskrit dan untuk beberapa keadaan dapat menjadi berderajat kebebasan tunggal. Pada gambar 2.9 terlihat beberapa contoh struktur yang dapat dianggap sebagai struktur berderajat kebebasan tunggal (*one degree of freedom*) dalam analisis dinamis, yaitu struktur yang dimodelisasikan sebagai sistem dengan koordinat perpindahan tunggal (*single displacement coordinate*).



Gambar 2.12 Contoh Struktur yang Dimodelisasikan sebagai Sistem Derajat Kebebasan Tunggal

Sistem derajat kebebasan tunggal ini dapat dijelaskan secara tepat dengan model matematis seperti pada Gambar 2.10, dimana memiliki elemen-elemen sebagai berikut :

1. Elemen massa (m), menyatakan massa dan sifat inersia dari struktur.
2. Elemen pegas (k), menyatakan gaya balik elastis (*elastic restoring force*) dan kapasitas energi potensial dari stuktur.
3. Elemen redaman (c), menyatakan sifat geseran dan kehilangan enenrgi dari struktur.
4. Gaya pengaruh ($F(t)$), menyatakan gaya luar yang bekerja pada sistem struktur.



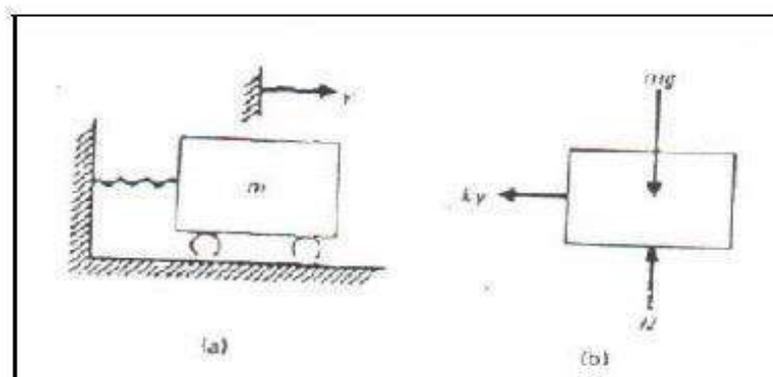
Gambar 2.13 Model Matematis Sistem Derajat Kebebasan Tunggal

Dengan mengambil model matematis pada gambar 2.10, dianggap bahwa tiap elemen dalam sistem menyatakan satu sifat khusus, yaitu :

1. Massa (m), menyatakan sifat khusus inersia (*property of inertia*), bukan elastisitas atau kehilangan energi.
2. Pegas (k), menyatakan elastisitas, bukan inersia atau kehilangan energi.
3. Peredam (c), menyatakan kehilangan energi.

2.3.1 Diagram Benda Bebas

Free Body adalah suatu sketsa dari benda yang dipisahkan dari benda lainnya, dimana semua gaya luar pada benda terlihat jelas. Pada Gambar 2.11(b) Mengilustrasikan *Diagram Free Body* dari massa osilator (m) yang dipindahkan pada arah positif menurut koordinat y , yang memberikan gaya pada pegas sebesar $F = ky$ (asumsi pegas linier).



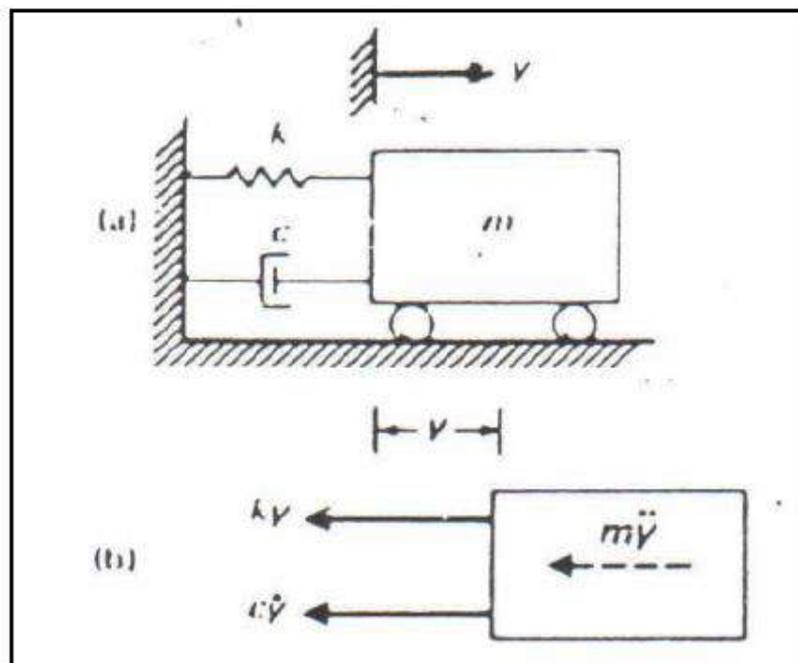
Gambar 2.14 Diagram Benda Bebas, (a). Sistem Derajat Kebebasan Tunggal; (b). Gaya-gaya Luar

Berat dari mg dan reaksi normal N dari permukaan penunjang diperlihatkan juga untuk pelengkap meskipun gaya-gaya ini bekerja pada arah vertikal dan tidak termasuk dalam persamaan gerak yang ditulis menurut arah y . Penggunaan Hukum Gerak Newton memberikan:

$$-ky = m\ddot{y}$$

Dimana gaya pegas bekerja pada arah negatif mempunyai tanda minus. Pada notasi ini, dua titik di atas menyatakan turunan kedua terhadap waktu dan satu titik menyatakan turunan pertama terhadap waktu, yaitu kecepatan.

2.3.2 Getaran Bebas dengan Redaman



Gambar 2.15 Getaran Bebas dengan Redaman

Bila peredaman diperhitungkan, berarti gaya peredam juga berlaku pada massa selain gaya yang disebabkan oleh peregangan pegas. Bila bergerak dalam fluida benda akan mendapatkan peredaman karena kekentalan fluida. Gaya akibat kekentalan ini sebanding dengan kecepatan benda. Konstanta akibat kekentalan (viskositas) c ini dinamakan koefisien peredam, dengan satuan $N\ s/m$ (SI).

$$F_d = -cx = -c\dot{x} = -c\frac{dx}{dt} \quad 2.3$$

Dengan menjumlahkan semua gaya yang berlaku pada benda kita mendapatkan persamaan :

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0 \quad 2.4$$

Solusi persamaan ini tergantung pada besarnya redaman. Bila redaman cukup kecil, sistem masih akan bergetar, namun pada akhirnya akan berhenti. Keadaan ini disebut kurang redam, dan merupakan kasus yang paling mendapatkan perhatian dalam analisis vibrasi. Bila peredaman diperbesar sehingga mencapai titik saat sistem tidak lagi berosilasi, kita mencapai titik redaman kritis. Bila peredaman ditambahkan melewati titik kritis ini, sistem disebut dalam keadaan lewat redam.

Nilai koefisien redaman yang diperlukan untuk mencapai titik redaman kritis pada model massa – pegas - peredam adalah:

$$c_c = 2 \sqrt{km} \quad 2.5$$

Untuk mengkarakterisasi jumlah peredaman dalam sistem digunakan nisbah yang dinamakan nisbah redaman. Nisbah ini adalah perbandingan antara peredaman sebenarnya terhadap jumlah peredaman yang diperlukan untuk mencapai titik redaman kritis. Rumus untuk nisbah redaman (ζ) adalah

$$\zeta = \frac{c}{2\sqrt{km}} \quad 2.6$$

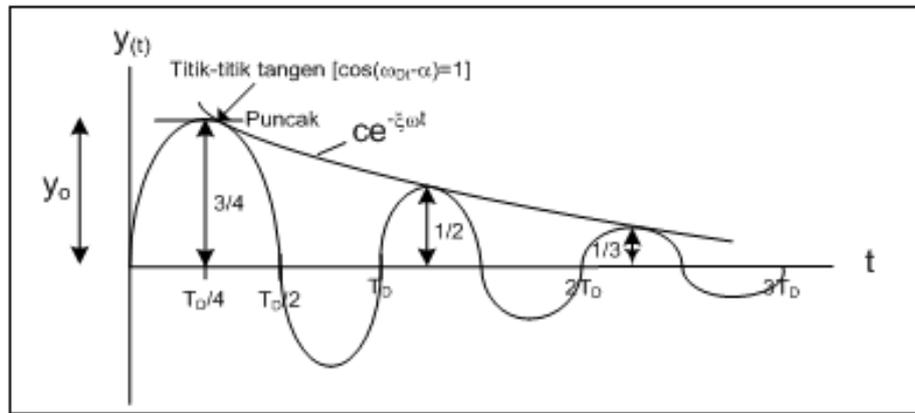
Solusi sistem kurang redam pada model massa – pegas - peredam adalah

$$x(t) = X_e^{-\zeta\omega_n t} \cos(\sqrt{1 - \zeta^2}\omega_n t - \Phi), \omega_n = 2\pi f_n \quad 2.7$$

2.3.3 Pengurangan Logaritmik (Logarithmick Decrement) [8]

Metode praktek untuk mentukan secara eksperintal koefisien redaman dari satu sistem adalah dengan memberikan getaran bebas, kemudian didapatkan grafik dari gerak osilasi seperti terlihat pada gambar 2.13 serta mengukur besar pengurangan amplitudo dari gerak tersebut. Pengurangan dapat terlihat jelas sekali dengan pengurangan logaritmik (*logarithmick decrement*) yang didefenisikan sebagai logaritma natural dari rasio dua puncak amplitudo yang berurutan A_1 dan A_2 dari getaran bebas. Pengurangan logaritmik tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\delta = \ln \frac{A_1}{A_2} \quad 2.8$$



Gambar 2.16 Lengkungan menunjukkan perpindahan puncak dan perpindahan pada titik tangensial [8]

Bagilah kedua amplitudo dan ambil harga logaritma naturalnya, sehingga didapatkan :

$$\delta = \ln \frac{A_1}{A_2} = \zeta \omega T_D \quad 2.9$$

atau dengan substitusi periode redaman T_D dari persamaan berikut :

$$T_D = \frac{2\pi}{\omega_D} = \frac{2\pi}{\omega\sqrt{1-\zeta^2}} \quad 2.10$$

Menjadi :

$$\delta = \frac{2\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}} \quad 2.11$$

Sehingga cara lain untuk menentukan rasio redaman dari suatu sistem dapat kita tentukan dengan menggunakan persamaan penurunan logaritmik, yaitu :

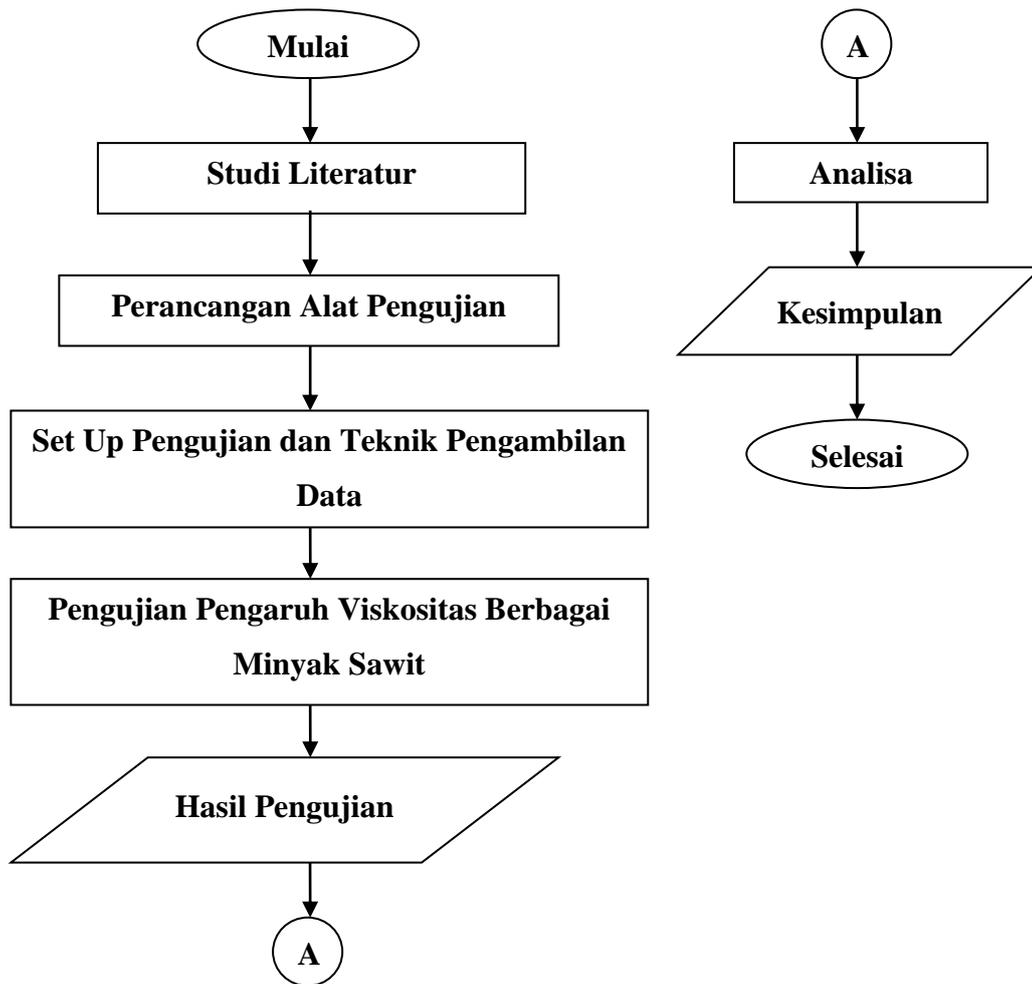
$$\zeta = \frac{\delta}{\sqrt{(2\pi)^2 + \delta^2}} \quad 2.12$$

BAB III

METODOLOGI

3.1 Flow Chart Kerja

Tahapan – tahapan yang dilakukan dalam pembuatan tugas akhir ini dapat digambarkan secara skematik seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram alir

A. Studi Literatur

Penelitian diawali dengan proses studi literatur. Pengambilan bahan diambil dari beberapa sumber seperti buku referensi, jurnal – jurnal mengenai bahan yang terkait dengan viskositas, *shock absorber*, dan getaran bebas satu derajat kebebasan dengan redaman, dan juga dari dikusi dosen pembimbing.

B. Perancangan Alat Pengujian

Langkah selanjutnya adalah perancangan alat pengujian pengaruh viskositas berbagai minyak sawit untuk oli peredam *shock absorber* sepeda motor. Ada beberapa komponen yang digunakan pada perancangan alat uji ini yaitu poros, plat besi dan *shock absorber* dan beberapa alat ukur yaitu jangka sorong, *slide regulator*, mistar/penggaris, kertas grafik, dan twin pen.

1) Komponen Alat Uji

Komponen – komponen yang digunakan adalah :

- ***Shock Absorber***

Shock Absorber digunakan sebagai peredam dari beban kejut yang diberikan. Pada *shock absorber* ini akan divariasikan oli peredamnya, dimana oli yang digunakan adalah oli original dari *shock absorber* itu sendiri , minyak kelapa sawit (CPO) dan minyak goreng yang memiliki viskositas berbeda sebagai pembandingnya.



Gambar 3.2 *Shock Absorber*

- **Poros**

Poros digunakan sebagai alur dari beban yang akan diberikan dan penumpu dari *shock absorber*.



Gambar 3.3 Poros

- **Plat Besi**

Plat besi digunakan sebagai penumpu dari beban kejut yang diberikan. Plat besi ini tersambung pada poros dan *shock absorber*. Besar beban yang ditumpu oleh plat besi akan tersalurkan ke *shock absorber*.



Gambar 3.4 Plat Besi

2) Alat Ukur

- ***Slide Regulator***

Slide Regulator digunakan untuk memvariasikan voltase yang akan berpengaruh terhadap putaran drum penggulung kertas grafik. Dapat dilihat pada Gambar 3.5 :



Gambar 3.5 Slide Regulator

- **Jangka Sorong**
Jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter dari *shock absorber* dan poros.



Gambar 3.6 Jangka Sorong

- **Mistar / Penggaris**
Mistar digunakan untuk mengukur dimensi dari alat uji dan mengukur ketinggian dari amplitudo yang didapatkan dari kertas grafik.



Gambar 3.7 Mistar / Penggaris

- **Kertas Grafik**

Kertas grafik digunakan sebagai tempat pencatat gelombang getaran yang diakibatkan oleh beban kejut yang diberikan.



Gambar 3.8 Kertas Grafik

- **Twin Pen**

Twin pen digunakan untuk pencatat gelombang getaran pada kertas grafik hasil dari beban kejut yang diberikan pada *shock absorber*.



Gambar 3.9 Twin Pen

3) Skema Alat Pengujian Viskositas

A. Gelas Ukur

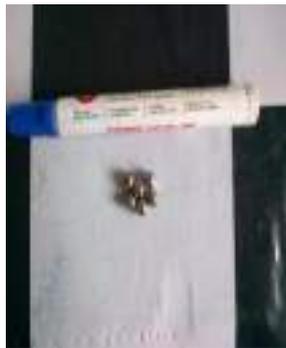
Gelas ukur digunakan sebagai wadah dari fluida yang akan diuji nilai kekentalannya.



Gambar 3.10 Gelas Ukur

B. Bola Pejal

Bola pejal digunakan sebagai objek yang akan dijatuhkan nantinya kedalam gelas ukur.



Gambar 3.11 Bola Pejal

C. Stop Watch

Stop watch digunakan untuk menghitung waktu dibutuhkan oleh bola pejal saat dijatuhkan dari permukaan fluida sampai kedasar fluida di dalam wadah.



Gambar 3.12 Stop Watch

D. Fluida

Fluida merupakan bahan yang akan diuji nilai kekentalannya atau nilai viskositasnya.



Gambar 3.13 Fluida

3.2 Metode Pengujian Alat

Metode pengujian dilakukan dengan menggunakan beban bermassa 5 kg, 10 kg, 15 kg, dan 20 kg, dimana beban tersebut akan dijatuhkan ke plat besi yang telah ditumpu oleh poros dan poros tersebut disambungkan ke *shock absorber*. Beban kejut yang dihasilkan akan tersalurkan ke *shock absorber* dan pena pencatat yang telah dipasangkan ke *shock absorber* akan mencatat gelombang yang dihasilkan akibat beban kejut tersebut pada kertas grafik yang digulung pada drum penggulung kertas.

A. Set – up Alat

1. Masukkan oli original *shock absorber* SAE 10 ke dalam *shock absorber* sebanyak 70 ml.
2. Pasang *shock absorber* pada alat uji.
3. Pastikan *shock absorber* terpasang dengan benar.
4. Sambungkan poros yang telah tersambung dengan plat besi pada *shock absorber* sebagai penumpu beban.
5. Pastikan poros penumpu beban terpasang dengan benar.
6. Sambungkan *slide regulator* dengan drum pemutar kertas.
7. Pastikan seluruh alat terpasang dengan benar.

B. Prosedur Pengujian

1. Set – up alat uji.
2. Siapkan beban sebagai beban kejut sebesar 5 kg, 10 kg, 15 kg dan 20 kg.
3. Pasangkan kertas grafik pada drum pemutar kertas.

4. Sambungkan pena yang tersambung pada *shock absorber* pada kertas grafik.
5. Jatuhkan beban pada poros penumpu beban. Bersamaan dengan beban dijatuhkan, jalankan *slide regulator* untuk memutar drum kertas grafik.
6. Didapatkan grafik yang tercatat pada kertas grafik akibat beban kejut.
7. Ganti oli yang digunakan sebelumnya pada *shock absorber* dengan minyak kelapa sawit (CPO) sebanyak 70 ml.
8. *Set – up* alat.
9. Lakukan prosedur 2 – 6 kembali hingga mendapatkan grafik yang berbeda.
10. Ganti oli yang digunakan sebelumnya pada *shock absorber* dengan minyak goreng sebanyak 70 ml.
11. *Set – up* alat.
12. Lakukan prosedur 2 - 6 kembali hingga mendapatkan grafik yang berbeda.
13. Grafik yang telah didapatkan dari 3 variasi viskositas akan diolah dan dianalisa.

3.3 Metode Pengujian Viskositas

Metode pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan Metode Hoppler atau Metode Bola Jatuh.

A. Persiapan Alat dan Bahan

- **Alat**
 1. Gelas Ukur 500 ml
 2. Bola pejal diameter 0,70 cm
 3. Stop Watch
- **Bahan**
 1. Oli *Shock Absorber* 150 ml
 2. Oli CPO 150 ml
 3. Oli Minyak Goreng 150 ml

B. Prosedur Pengujian

Pengujian viskositas dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Siapkan gelas ukur, bola pejal, stop watch, oli shock absorber, oli cpo, dan oli minyak goreng.
2. Ukur diameter gelas ukur dan diameter bola pejal.
3. Tentukan massa bola pejal dan massa jenis bola pejal.
4. Tentukan massa jenis dari tiap – tiap oli.
5. Tuangkan oli *shock absorber* ke dalam gelas ukur sebanyak 150 ml.
6. Ukur tinggi dari oli yang telah dimasukkan ke dalam gelas ukur.
7. Jatuhkan bola pejal dari atas permukaan oli di dalam gelas ukur.
8. Secara bersamaan, jalankan stop watch saat bola pejal mulai dijatuhkan sampai bola mencapai dasar dari gelas ukur.
9. Catat waktu yang dibutuhkan bola pejal untuk sampai ke dasar gelas ukur.
10. Lakukan percobaan sebanyak 21 kali.
11. Ulangi setiap langkah percobaan untuk oli CPO dan oli Minyak Goreng.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Alat Pengujian



Gambar 4.1 Alat pengujian pengaruh viskositas berbagai minyak kelapa sawit pada *shock absorber*

Keterangan :

1. Kerangka Alat Uji
2. *Shock Absorber*
3. Poros alur beban

4. Plat besi
5. Poros penyangga beban
6. Pena pencatat grafik
7. Drum pemutar kertas grafik

4.2 Data Hasil Pengujian

4.2.1 Data Hasil Pengujian Penurunan Amplitudo

Setelah dilakukan pengujian, maka didapatkan data sebagai berikut :

Oli Peredam	Beban	Amplitudo				δ	ζ
		Grafik 1	Grafik 2	Grafik 3	ΣA		
Shock Absorber	5 Kg	A1 = 2.8	A1 = 2.9	A1 = 3.1	A1 = 2.93	1.07	0.17
		A2 = 0.8	A2 = 1	A2 = 1	A2 = 1		
	10 Kg	A1 = 2.8	A1 = 2.8	A1 = 2.5	A1 = 2.7	0.82	0.13
		A2 = 1.2	A2 = 1.15	A2 = 1.2	A2 = 1.18		
	15 Kg	A1 = 3.3	A1 = 3.2		A1 = 3.25	0.99	0.15
		A2 = 1.3	A2 = 1.1		A2 = 1.2		
	20 Kg	A1 = 5.3	A1 = 5.2	A1 = 5.2	A1 = 5.23	0.65	0.1
		A2 = 2.8	A2 = 2.7	A2 = 2.7	A2 = 2.73		
CPO	5 Kg	A1 = 2.4	A1 = 2.3	A1 = 2.3	A1 = 2.33	2.23	0.33
		A2 = 0.4	A2 = 0.2	A2 = 0.15	A2 = 0.25		
	10 Kg	A1 = 3.8	A1 = 3.8	A1 = 4	A1 = 3.86	0.88	0.13
		A2 = 1.5	A2 = 1.51	A2 = 1.8	A2 = 1.6		
	15 Kg	A1 = 2.1	A1 = 3.3	A1 = 3.6	A1 = 3	1.04	0.15
		A2 = 0.1	A2 = 1.3	A2 = 1.8	A2 = 1.06		
	20 Kg	A1 = 2.9	A1 = 3	A1 = 3	A1 = 2.96	0.34	0.05
		A2 = 1.9	A2 = 2.3	A2 = 2.1	A2 = 2.1		
Minyak Goreng	5 Kg	A1 = 2.6	A1 = 2.3	A1 = 2.2	A1 = 2.36	1.43	0.22
		A2 = 0.8	A2 = 0.5	A2 = 0.4	A2 = 0.56		
	10 Kg	A1 = 3.2	A1 = 3.3	A1 = 3.3	A1 = 3.26	0.95	0.14
		A2 = 1.1	A2 = 1.4	A2 = 1.3	A2 = 1.26		
	15 Kg	A1 = 3.4	A1 = 2.5	A1 = 3	A1 = 2.96	0.67	0.1
		A2 = 1.9	A2 = 1.5	A2 = 1.1	A2 = 1.5		
	20 Kg	A1 = 4.2	A1 = 4	A1 = 4.3	A1 = 4.16	0.57	0.09
		A2 = 2.3	A2 = 2.2	A2 = 2.5	A2 = 2.33		

Tabel 4.1 Data hasil pengujian penurunan amplitudo

4.2.2 Data Hasil Pengujian Viskositas

Setelah dilakukan pengujian viskositas menggunakan metode Hoppler, didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Oli *Shock Absorber* ($\rho_{SA} = 0,951 \text{ gr/cm}^3$)

No	h (cm)	r (cm)	R (cm)	t (s)	ρ_{bola} (gr/cm^3)	ρ_{SA} (gr/cm^3)	g (cm/s^2)	V_g (cm/s)	η (gr/cm s)
1	2.28	0.35	4.24	0.17	1.67	0.951	981	16.06881	1.194917
2	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.951	981	13.65849	1.405785
3	2.28	0.35	4.24	0.16	1.67	0.951	981	17.07311	1.124628
4	2.28	0.35	4.24	0.21	1.67	0.951	981	13.00809	1.476074
5	2.28	0.35	4.24	0.17	1.67	0.951	981	16.06881	1.194917
6	2.28	0.35	4.24	0.21	1.67	0.951	981	13.00809	1.476074
7	2.28	0.35	4.24	0.22	1.67	0.951	981	12.41681	1.546363
8	2.28	0.35	4.24	0.21	1.67	0.951	981	13.00809	1.476074
9	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.951	981	13.65849	1.405785
10	2.28	0.35	4.24	0.21	1.67	0.951	981	13.00809	1.476074
11	2.28	0.35	4.24	0.19	1.67	0.951	981	14.37736	1.335495
12	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.951	981	13.65849	1.405785
13	2.28	0.35	4.24	0.21	1.67	0.951	981	13.00809	1.476074
14	2.28	0.35	4.24	0.21	1.67	0.951	981	13.00809	1.476074
15	2.28	0.35	4.24	0.16	1.67	0.951	981	17.07311	1.124628
16	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.951	981	13.65849	1.405785
17	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.951	981	13.65849	1.405785
18	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.951	981	13.65849	1.405785
19	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.951	981	13.65849	1.405785
20	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.951	981	13.65849	1.405785
21	2.28	0.35	4.24	0.17	1.67	0.951	981	16.06881	1.194917
Rata - rata Viskositas									1.372313

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Viskositas oli *shock absorber*

2. Oli CPO ($\rho_{\text{CPO}} = 0,9019 \text{ gr/cm}^3$)

No	h (cm)	r (cm)	R (cm)	t (s)	ρ_{bola} (gr/cm ³)	P_{CPO} (gr/cm ³)	g (cm/s ²)	V_g (cm/s)	η (gr/cm s)
1	2.28	0.35	4.24	0.15	1.67	0.9019	981	18.21132	1.126338
2	2.28	0.35	4.24	0.17	1.67	0.9019	981	16.06881	1.276517
3	2.28	0.35	4.24	0.16	1.67	0.9019	981	17.07311	1.201428
4	2.28	0.35	4.24	0.18	1.67	0.9019	981	15.1761	1.351606
5	2.28	0.35	4.24	0.18	1.67	0.9019	981	15.1761	1.351606
6	2.28	0.35	4.24	0.17	1.67	0.9019	981	16.06881	1.276517
7	2.28	0.35	4.24	0.18	1.67	0.9019	981	15.1761	1.351606
8	2.28	0.35	4.24	0.17	1.67	0.9019	981	16.06881	1.276517
9	2.28	0.35	4.24	0.18	1.67	0.9019	981	15.1761	1.351606
10	2.28	0.35	4.24	0.17	1.67	0.9019	981	16.06881	1.276517
11	2.28	0.35	4.24	0.15	1.67	0.9019	981	18.21132	1.126338
12	2.28	0.35	4.24	0.15	1.67	0.9019	981	18.21132	1.126338
13	2.28	0.35	4.24	0.16	1.67	0.9019	981	17.07311	1.201428
14	2.28	0.35	4.24	0.18	1.67	0.9019	981	15.1761	1.351606
15	2.28	0.35	4.24	0.18	1.67	0.9019	981	15.1761	1.351606
16	2.28	0.35	4.24	0.19	1.67	0.9019	981	14.37736	1.426695
17	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.9019	981	13.65849	1.501785
18	2.28	0.35	4.24	0.17	1.67	0.9019	981	16.06881	1.276517
19	2.28	0.35	4.24	0.18	1.67	0.9019	981	15.1761	1.351606
20	2.28	0.35	4.24	0.18	1.67	0.9019	981	15.1761	1.351606
21	2.28	0.35	4.24	0.15	1.67	0.9019	981	18.21132	1.126338
rata-rata									1.287244

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Viskositas Oli CPO

3. Oli Minyak Goreng ($\rho_{MG} = 0,9116 \text{ gr/cm}^3$)

No	h (cm)	r (cm)	R (cm)	t (s)	ρ_{bola} (gr/cm ³)	ρ_{MG} (gr/cm ³)	g (cm/s ²)	V_g (cm/s)	η (gr/cm s)
1	2.28	0.35	4.24	0.21	1.67	0.9116	981	13.00809	1.55696
2	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.9116	981	13.65849	1.482819
3	2.28	0.35	4.24	0.21	1.67	0.9116	981	13.00809	1.55696
4	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.9116	981	13.65849	1.482819
5	2.28	0.35	4.24	0.19	1.67	0.9116	981	14.37736	1.408678
6	2.28	0.35	4.24	0.25	1.67	0.9116	981	10.92679	1.853524
7	2.28	0.35	4.24	0.22	1.67	0.9116	981	12.41681	1.631101
8	2.28	0.35	4.24	0.22	1.67	0.9116	981	12.41681	1.631101
9	2.28	0.35	4.24	0.24	1.67	0.9116	981	11.38208	1.779383
10	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.9116	981	13.65849	1.482819
11	2.28	0.35	4.24	0.38	1.67	0.9116	981	7.188679	2.817356
12	2.28	0.35	4.24	0.24	1.67	0.9116	981	11.38208	1.779383
13	2.28	0.35	4.24	0.25	1.67	0.9116	981	10.92679	1.853524
14	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.9116	981	13.65849	1.482819
15	2.28	0.35	4.24	0.21	1.67	0.9116	981	13.00809	1.55696
16	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.9116	981	13.65849	1.482819
17	2.28	0.35	4.24	0.21	1.67	0.9116	981	13.00809	1.55696
18	2.28	0.35	4.24	0.18	1.67	0.9116	981	15.1761	1.334537
19	2.28	0.35	4.24	0.19	1.67	0.9116	981	14.37736	1.408678
20	2.28	0.35	4.24	0.2	1.67	0.9116	981	13.65849	1.482819
21	2.28	0.35	4.24	0.22	1.67	0.9116	981	12.41681	1.631101
Rata - rata Viskositas									1.631101

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Viskositas Oli Minyak Goreng

Keterangan : h = Ketinggian bola jatuh

r = Jari – jari bola

R= Jari – jari tabung ukur

t = Waktu yang dibutuhkan bola untuk sampai ke dasar tabung

g = Gravitasi

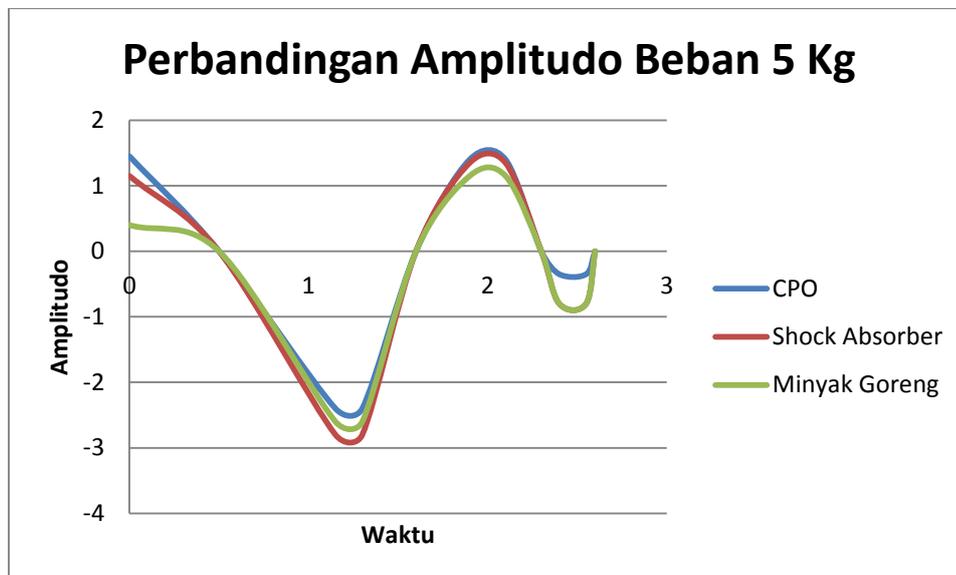
 V_g = Kecepatan bola jatuh η = Viskositas

4.3 Analisa dan Pembahasan

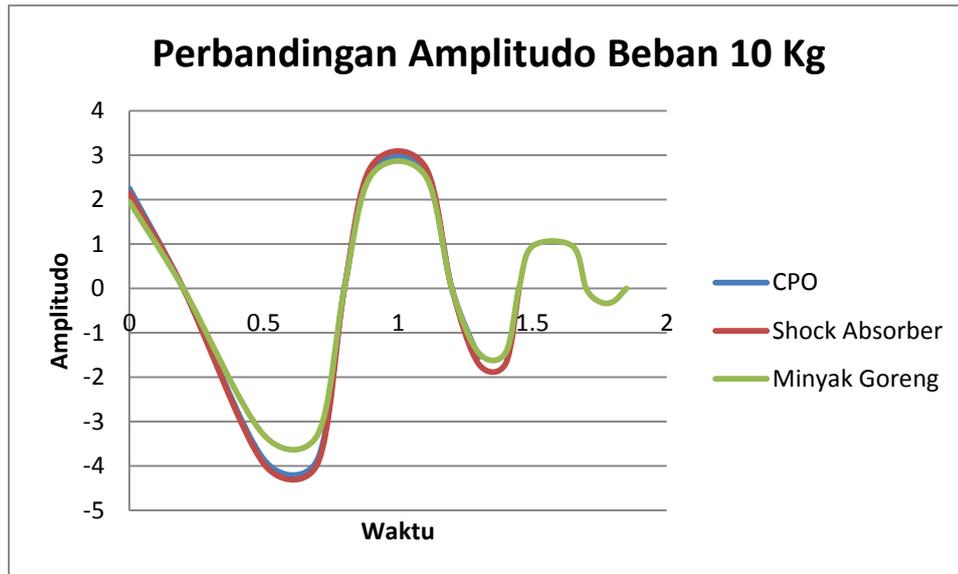
Pengujian dilakukan dengan 3 variasi oli yang digunakan sebagai peredam dari *shock absorber* dimana viskositas dari masing – masing oli berbeda. Beban yang digunakan sebagai beban kejut adalah besi padu dimana beratnya divariasikan sebesar 5 kg, 10 kg, 15 kg, dan 20 kg. Adapun hal yang menjadi bahasan dalam pengujian ini adalah penurunan amplitudo pada *shock absorber* dan pengaruh variasi viskositas peredam *shock absorber*.

4.3.1 Penurunan Amplitudo Terhadap Variasi Viskositas

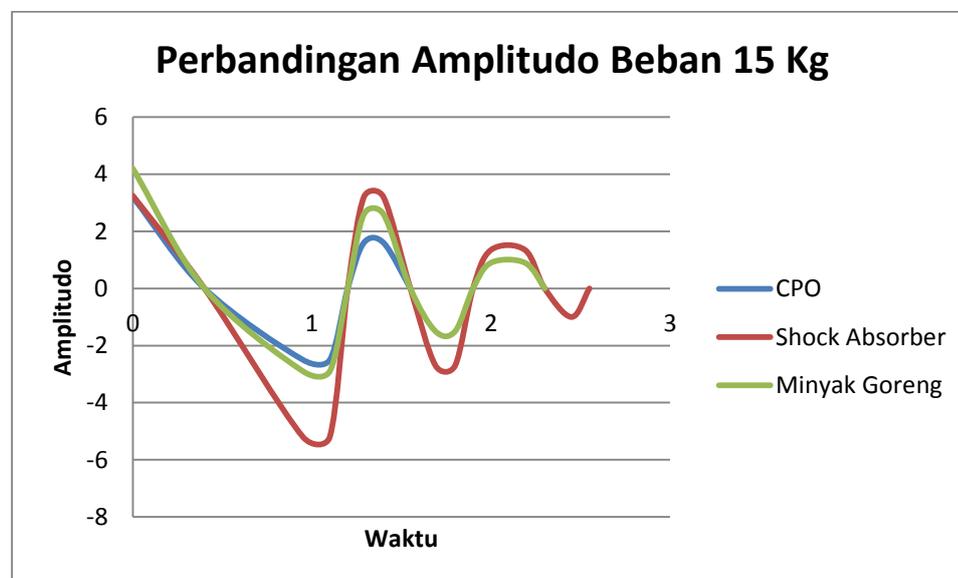
Pada pengujian ini didapatkan penurunan amplitudo yang berbeda pada tiap – tiap beban yang diberikan untuk masing – masing viskositas. Perbedaan penurunan amplitudo tersebut dapat dilihat pada grafik sebagai berikut :



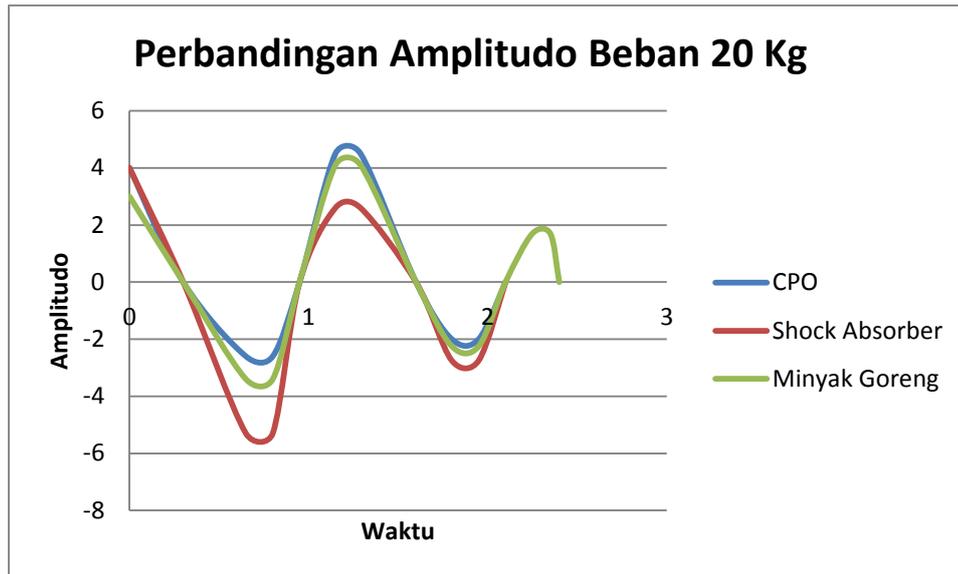
Gambar 4.2 Grafik perbandingan penurunan amplitudo beban 5 kg



Gambar 4.3 Grafik perbandingan penurunan amplitudo beban 10 kg



Gambar 4.4 Grafik perbandingan penurunan amplitudo beban 15 kg



Gambar 4.5 Grafik perbandingan penurunan amplitudo beban 20 kg

Dari grafik pada Gambar 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 dapat diketahui bahwasanya pada amplitudo 1 untuk beban 5 kg, penurunan amplitudo terbesar terjadi pada oli CPO dengan perbandingan penurunan amplitudonya terhadap oli *shock absorber* sebesar 0.6 cm. Sedangkan perbandingannya dengan minyak goreng sebesar 0.03 cm. Untuk beban 10 kg, tidak terjadi penurunan amplitudo antara oli CPO dan minyak goreng jika dibandingkan dengan oli *shock absorber*. Untuk beban 15 kg, penurunan amplitudo terbesar terjadi pada oli minyak goreng dengan perbandingan penurunan amplitudonya dengan oli *shock absorber* sebesar 0.29 cm dan perbandingan dengan oli CPO sebesar 0.04 cm. Untuk beban 20 kg, penurunan amplitudo terbesar terjadi pada oli CPO dengan perbandingan penurunan amplitudonya dengan oli *shock absorber* sebesar 2.27 cm sedangkan perbandingannya dengan oli minyak goreng sebesar 1.2 cm.

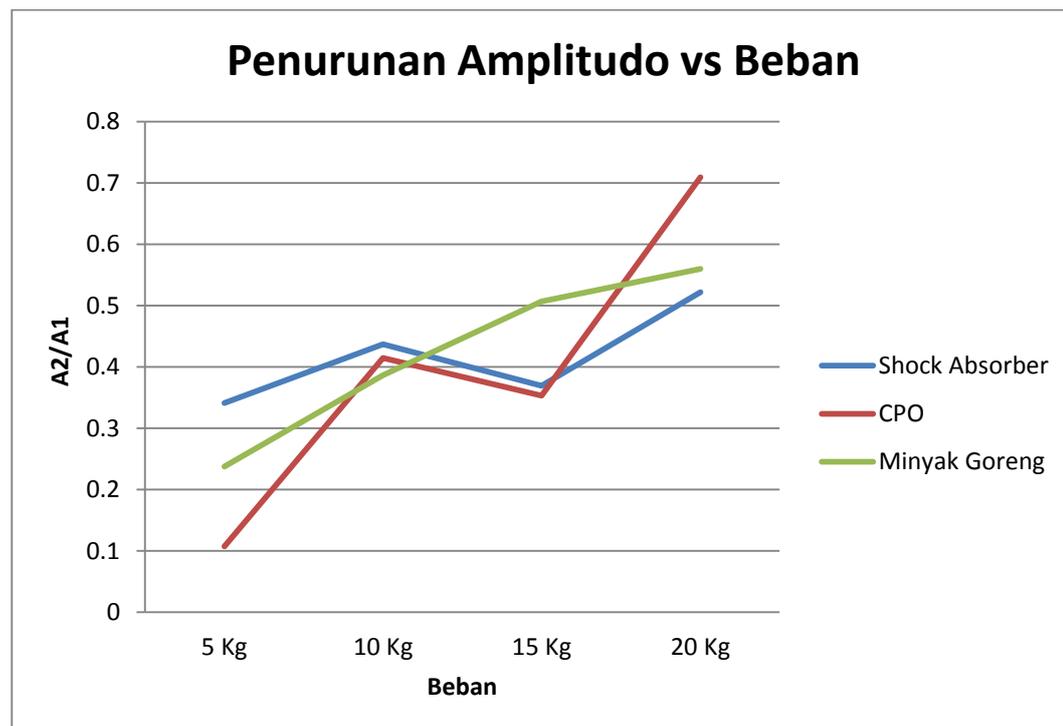
Untuk amplitudo 2, tidak berbeda dengan amplitudo 1, dimana penurunan amplitudo terbesar terlihat pada oli CPO dari masing – masing beban yang diberikan. Tapi pada beban 10 kg, terjadi penyimpangan terhadap penurunan amplitudonya, dimana tidak terjadi penurunan amplitudo jika dibandingkan antara ketiga oli peredam tersebut.

Dari perbandingan amplitudo 2 dengan amplitudo 1 dapat diketahui besar rata – rata penurunan amplitudo gelombang getaran untuk setiap beban, dimana penurunan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

$\Sigma A_2/A_1$ (cm)				
Oli Peredam	5 Kg	10 Kg	15 Kg	20 Kg
Shock Absorber ($\eta = 1.37$ Poise)	0.3412969	0.437037	0.3692308	0.52198853
CPO ($\eta = 1.28$ Poise)	0.1072961	0.4145078	0.3533333	0.70945946
Minyak Goreng ($\eta = 1.63$ Poise)	0.2372881	0.3865031	0.5067568	0.56009615

Tabel 4.5 Nilai rata – rata penurunan amplitudo

Dari table 5.5 didapatkan grafik rata – rata penurunan amplitudo gelombang getaran terhadap beban kejut yang diberikan, seperti yang terlihat pada gambar 4.6 sebagai berikut :

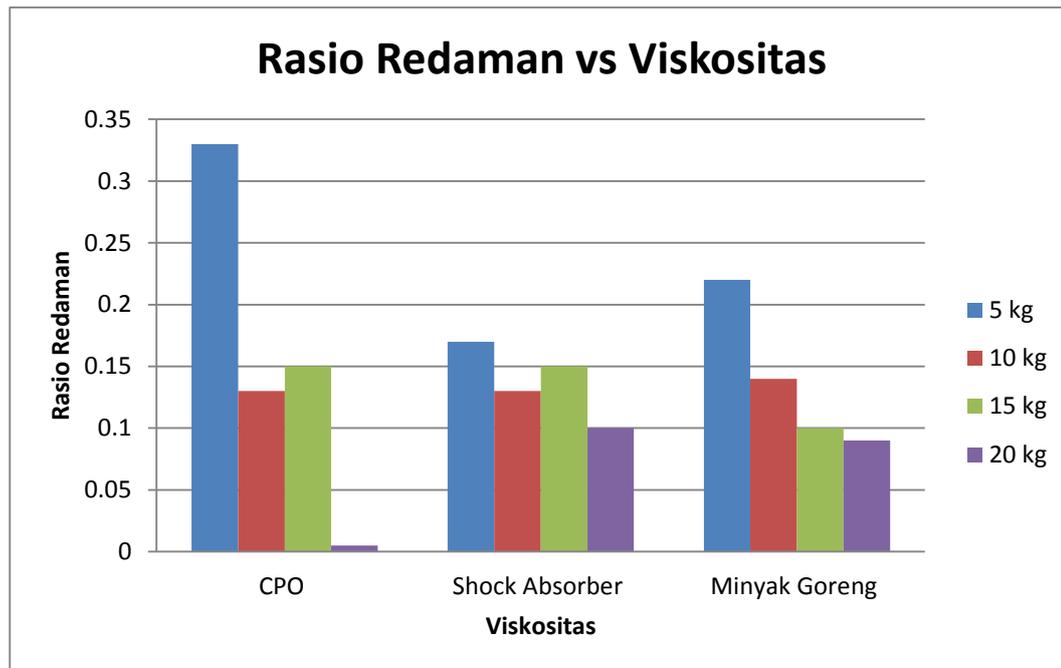


Gambar 4.6 Grafik perbandingan penurunan amplitudo masing – masing viskositas terhadap beban

Gambar 4.6 merupakan grafik perbandingan antara amplitudo 2 dengan amplitudo 1 dari gelombang getaran yang dihasilkan oleh beban kejut pada *shock absorber*, dimana dari gambar 4.6 dapat diketahui oli peredam mana yang paling dominan dalam menurunkan amplitudo gelombang getaran pada *shock absorber*. Dari gambar 4.6 dapat dilihat bahwasanya penurunan amplitudo gelombang getaran pada beban 5 kg yang terbesar dengan menggunakan oli peredam CPO, pada beban 10 kg penurunan amplitudo gelombang getaran terjadi dengan

menggunakan oli peredam minyak goreng, sedangkan pada beban 15 kg penurunan amplitudo gelombang getaran terjadi dengan menggunakan oli peredam CPO, dan pada beban 20 kg penurunan amplitudo gelombang getaran terjadi dengan menggunakan oli peredam *shock absorber*. Dari penjelasan tersebut dapat diketahui bahwasanya oli peredam CPO lebih dominan dalam meredam atau menurunkan amplitudo gelombang getaran yang dihasilkan oleh beban kejut pada *shock absorber*. Untuk menentukan besar penurunan amplitudo gelombang getaran pada beban 5 kg dan 15 kg, penurunan amplitudo hanya dilihat pada perbandingan antara oli peredam CPO dengan oli peredam original *shock absorber*. Hal ini dikarenakan oli peredam CPO lebih dominan dalam meredam amplitudo gelombang getaran yang dihasilkan. Dari data yang dihasilkan dan grafik yang terbentuk, pada beban 5 kg dengan menggunakan oli peredam CPO, gelombang getaran yang dapat diredam atau diturunkan adalah sebesar 23.40 %, sedangkan pada beban 10 kg dengan menggunakan oli peredam CPO gelombang getaran yang dapat diredam atau diturunkan adalah sebesar 1.58 %. Sehingga, oli peredam *Shock Absorber* dengan menggunakan oli CPO dengan nilai viskositas sebesar 1.28 Poise dapat dikatakan bisa digunakan sebagai oli peredam dari *Shock Absorber* sepeda motor dengan melihat besar penurunan amplitudo gelombang getaran yang mampu diturunkan oleh oli peredam CPO.

Untuk rasio redaman (*damping ratio*) dari data yang dihasilkan pada pengujian, terdapat perbedaan untuk setiap oli peredam dengan masing – masing beban yang diberikan. Hal tersebut dapat dilihat dari grafik pada Gambar 4.7 :



Gambar 4.7 Grafik perbandingan rasio redaman dengan variasi beban dan variasi viskositas

Dari grafik pada gambar 4.7 dapat dilihat bahwasanya rasio redaman terbesar pada beban 5 kg terletak pada oli CPO, untuk beban 10 kg terletak pada oli minyak goreng, untuk beban 15 kg terletak pada oli CPO dan beban 20 kg terletak pada oli *shock absorber*. Sesuai dengan teori yang berlaku, semakin besar rasio redaman suatu sistem yang bergetar, maka semakin cepat sistem tersebut teredam ketitik nol. Dalam hal ini, oli CPO dapat dikatakan lebih baik dari pada oli minyak goreng dan oli *shock absorber*. Hal tersebut dapat dilihat bahwa oli CPO memiliki rasio redaman yang lebih besar untuk beban 5 kg dan 15 kg walaupun untuk beban 10 kg dan 20 kg oli CPO lebih kecil dari pada oli minyak goreng dan oli *shock absorber*.

4.3.2 Pengaruh Variasi Viskositas sebagai Peredam *Shock Absorber*

Secara teori, oli peredam pada *shock absorber* hanya ada 3 ukuran, yaitu 5W (cair), 10W (sedang), dan 15W (kental). Pada pengujian ini viskositas dari tiap – tiap beban divariasikan, dimana nilai viskositas dari oli *shock absorber* adalah sebesar 10 W atau 1,37 poise, nilai viskositas dari oli CPO adalah 1,28 poise, dan nilai viskositas dari oli minyak goreng adalah sebesar 1,63 poise. Nilai kekentalan dari tiap – tiap oli peredam didapatkan dari pengujian viskositas dengan metode Hoppler. Dari nilai viskositas tersebut dapat diketahui ukuran

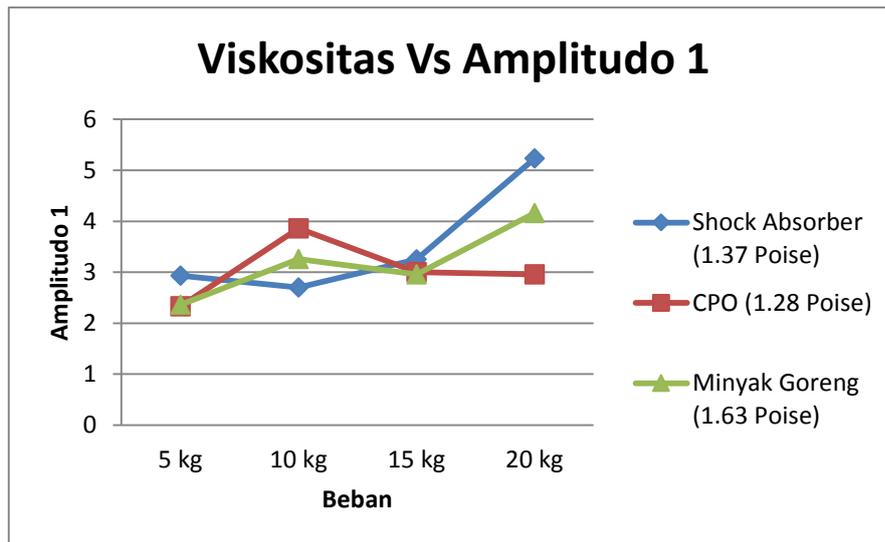
tingkatan kekentalan dari tiap – tiap peredam jika dibandingkan dengan tingkat kekentalan dari ketiga peredam tersebut sehingga tingkat kekentalannya dapat disamakan dengan tingkat kekentalan standar yang biasa digunakan pada *shock absorber*. Untuk oli original dari *shock absorber* yang biasa digunakan adalah 10 W atau sebesar 1,37 poise, peredam ini dikategorikan sedang, untuk oli CPO (*Crude Palm Oil*) adalah 1,28 poise, dikategorikan cair, untuk oli minyak goreng adalah 1,63 poise, dikategorikan kental.

Nilai kekentalan sangat berpengaruh terhadap kinerja dari *shock absorber*, dimana semakin kental nilai viskositas dari oli peredam, maka gaya *rebound* dari *shock absorber* akan semakin lambat atau semakin kecil yang berakibat pada semakin sedikitnya gaya pantul dari per *shock absorber* atau dapat dikatakan bahwa *shock absorber* memiliki kekerasan yang besar yang mengakibatkan ketidak nyamanan bagi pengendara karena setiap kendaraan melalui jalan yang berlubang atau melalui jalan yang tidak rata, *shock absorber* tidak memantul dengan baik karena terlalu kentalnya oli peredam dari *shock absorber*.

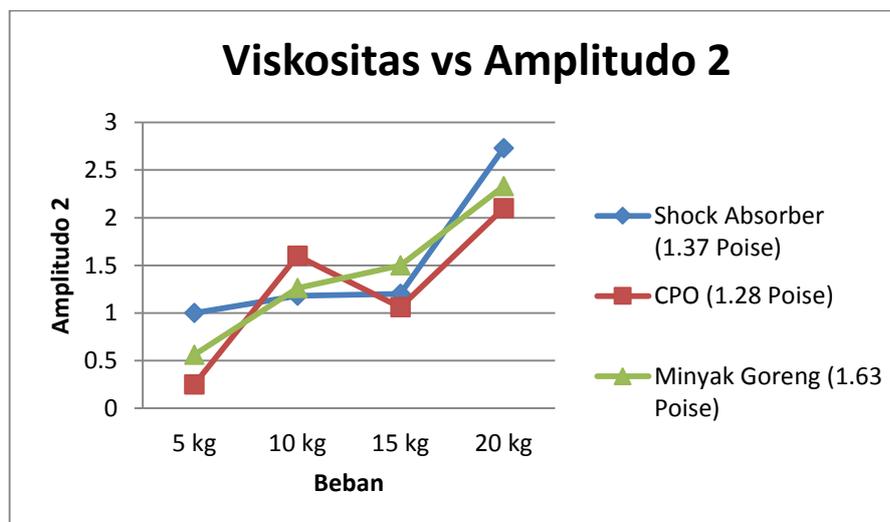
Pada pengujian ini, nilai viskositas dari oli peredam CPO tidak lebih kental dari pada nilai viskositas oli peredam original *shock absorber* dan oli peredam minyak goreng . Jadi dapat dikatakan bahwasanya, oli CPO memenuhi standar untuk bisa digunakan sebagai oli perdam dari *shock absorber*, karena memiliki nilai viskositas yang tidak terlalu kental. Hal ini juga didukung oleh data yang didapatkan setelah dilakukan pengujian, dimana dari data tersebut dapat dilihat penurunan amplitudo yang terbesar terletak pada oli peredam menggunakan oli CPO (*Crude Palm Oil*), dan rasio redaman yang terbesar juga terletak pada oli peredam CPO (*Crude Palm Oil*).

4.3.3 Grafik Hasil Pengujian Viskositas

Dari data hasil pengujian, didapatkan grafik perbandingan antara viskositas dengan amplitudo getaran dari shock absorber. Grafik tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.8 Grafik perbandingan Viskositas dengan Amplitudo 1



Gambar 4.9 Grafik perbandingan Viskositas dengan Amplitudo 2

Dari grafik 4.8 dan 4.9 dapat diketahui bahwasanya penurunan amplitudo pada *shock absorber* sangat dipengaruhi oleh nilai viskositas dari oli peredam *shock absorber*.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dengan variasi viskositas sebagai oli peredam dari *shock absorber* dan variasi beban sebagai beban kejut, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Oli peredam CPO dapat digunakan sebagai oli peredam dari *shock absorber* sepeda motor.
2. Besar penurunan amplitudo gelombang getaran yang dapat diserap oleh oli peredam CPO adalah 23.40 % .
3. Nilai viskositas oli CPO adalah 1.28 Poise, Nilai viskositas oli *Shock Absorber* adalah 1.37 Poise, dan nilai viskositas oli Minyak Goreng adalah 1.63 Poise.
4. Nilai viskositas CPO memiliki kekentalan yang dapat mendukung kinerja dari *shock absorber* yang lebih baik dari pada kekentalan oli peredam original *shock absorber*, dengan nilai viskositas CPO sebesar 1.28 Poise maka penurunan amplitudo akan semakin besar dan rasio redaman akan semakin besar.

5.2 SARAN

Beberapa penelitian lebih lanjut mengenai *shock absorber* sepeda motor yang dapat dilakukan adalah :

1. Analisa pengaruh variasi viskositas berbagai minyak sawit untuk oli peredam *shock absorber* sepeda motor dengan menggunakan beban dynamic.
2. Analisa pengaruh temperatur terhadap kinerja peredam *shock absorber* sepeda motor dengan menggunakan minyak sawit dan minyak goreng sebagai oli peredamnya.
3. Perancangan *Regeneratif Shock Absorber* dengan menggunakan minyak sawit sebagai oli peredamnya.

4. Pembuatan dan pengujian *Regeneratif Shock Absorber* dengan menggunakan minyak sawit sebagai oli peredamnya.
5. Analisa pengaruh variasi kekakuan pegas pada *Shock Absorber* sepeda motor dengan menggunakan beban kejut.

DAFTAR PUSTAKA

- Spotts.M.F. “*Design of Machine Elements*”. First Metric Edition Mc Graw – Hill Book Company, Singapore. 1987
- Nusyirwan, “ Kaji Teoritik Frekuensi Pribadi dan Modus Getar Silinder Berdinding Tipis dengan Metode Geometri””, Jurnal Teknik, No. 34 Vol I THN XVII, Fakultas Teknik Universitas Andalas, 2010
- Laporan Tugas Akhir “Andika Permana Putra” Laboratorium Perancangan Elemen Mesin. Padang. 2012
- Laporan Tugas Akhir “Rido Septia” Laboratorium Kontruksi Mesin. Padang. 2011
- [1] <http://id.scribd.com/doc/98844492/Analisis-Shockbreaker-Sepeda-Motor-Honda-Final> (Diakses pada tanggal 22 September 2014)
- [2] <http://www.pengertianahli.com/2013/12/pengertian-viskositas-apa-itu-viskositas.html> (Diakses pada tanggal 22 September 2014)
- [3] http://www.vp-scientific.com/Viscosity_Tables.htm (diakses pada tanggal 30 maret 2015 17.27 wib)
- [4] <https://www.google.com/Shockbreaker-Sepeda-Motor-Honda.html> (diakses pada tanggal 22 September 2014)
- [5] id.scribd.com/doc/169800514/Shock-Absorber (diakses pada tanggal 23 September 2014)
- [6] <http://xlusi.com/peredam-getaran-shock-absorber.html> (Diakses pada tanggal 23 September 2014)
- [7] <http://motor.otomotifnet.com/read/2013/04/22/340151/353/22/Mengenal-Istilah-Seputar-Shock-Absorber-Pahami-Lebih-Dekat> (Diakses pada tanggal 28 Maret 2015)
- [8] <http://www.google.co.id/BAB-VI-SISTEM-BERDERAJAT-KEBEBASAN-TUNGGAL-TEREDAM-REKAYASA-GEMPA1.doc> (Diakses pada tanggal 15 Maret 2015)
- <http://motor.otomotifnet.com/read/2013/04/27/340160/353/22/Kode-Kekentalan-Oli-Sok-Berpengaruh-Terhadap-Rebound>(Diakses pada tanggal 30 Maret 2015 17.20 wib) → Pengaruh kekentalan oli terhadap rebound shock absorber

<http://digilib.polsri.ac.id/> (Diakses pada tanggal 30 maret 2015 17.32 wib) →

Nilai kekentalan cpo

<http://tim8fluida.blogspot.com/2014/05/laporan-praktikum-fluida-suhu-dan.html>

(Diakses pada tanggal 30 maret 2015 15.09 wib) → Viskositas minyak goreng