

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah penelitian terdahulu yang membahas tentang penelitian yang berjudul Pengaruh Variasi Jenis Oli Samping (OIL MIXTURE) Terhadap Prestasi Mesin dan Emisi Gas Buang pada Kendaraan Bermotor dua tak.

Saifudin, (2013) dengan menggunakan eksperimen ber bagai macam jenis oli yaitu Oli Shell Advace, Mesranian 2T dan Ultraline Racing 2T, pada motor Rx King, adapun hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa hasil pengukuran daya untuk jenis oli samping Shell Advance SX 2T adalah 20,9 HP, jenis Mesrania 2T Sport 20,8 HP dan jenis Ultraline Racing 2T 20,6 HP. Pada pengukuran torsi yang dihasilkan, Mesrania 2T Sport menghasilkan torsi yang paling besar yaitu dengan 18,43 Nm pada 7861 rpm, Ultraline Racing 2T sebesar 18,34Nm pada 7895 rpm ,dan Shell Advance SX 2T dengan torsi yang terendah yaitu 18,19 Nm pada 7908 rpm Sehingga disimpulkan bahwa *kinematic viscosity* yang rendah dan *viscosity index* yang besar akan menghasilkan daya dan torsi yang paling baik.

Nurhadiyanto, *et all.* (2005) melakukan penelitian tentang pengaruh temperatur kerja minyak pelumas jenis *SAE 10W-40*, *SAE 20W-50*, dan *SAE 40W* terhadap viskositas. Cara penelitiannya adalah dengan menentukan kekentalan pelumas dengan menggunkan suatu alat yang disebut *viscometer*. Pelumas yang dimasukan kedalam *viscometer* adalah sekitar 200 ml (atau sampai penuh) kemudian dipanaskan dengan variasi suhu : 28°C, 55°C, 95°C dan 130°C. Setelah sampai pada suhu yang diharapkan, tali pada puli diberi beban sekitar 200 gram untuk memperoleh kecepatan puli. Dengan mengetahui kecepatan puli dan kecepatan rotor maka viskositas oli pada suhu-suhu tersebut dapat diukur. Hasil pengujian memperlihatkan kenaikan temperatur kerja pada minyak pelumas terutama jenis *SAE 10W-40*, *SAE 20W-50*, dan *SAE 40W* yang akan mengurangi tingkat kekentalan dan ditandai dengan kenaikan kecepatan rotor dengan beban yang sama. Viskositas pelumas pada suhu rendah berbeda untuk jenis *SAE 10W-40*, *SAE 20W-50*, dan *SAE 40W*, namun pada suhu tinggi ketiga jenis pelumas cenderung memiliki viskositas yang hampir sama.

Pengaruh kombinasi bahan bakar biopremium dan oli samping terhadap emisi gas buang pada sepeda motor 2 tak (Suriansyah 2010) meneliti tentang pengaruh kombinasi bahan bakar biopremium dan oli samping terhadap emisi gas buang pada sepeda motor 2 tak jenis Vespa 81, hasilnya adalah ditemukan kombinasi bahan bakar dan oli sampin 4 encampur bahan bakar 97% dan

biopremium 3%, penelitian tersebut menggunakan oli Evalube 2T prosyintetic hasilnya pada putaran mesin 3000 RPM dengan torsi 0,05 kg.m, hasilnya gas buang CO₂ meningkat sedangkan gas buang CO dan HC kadarnya menurun. Semakin bertambah persentasi oli 2T pada bahan bakar biopremium maka semakin menurun Daya yang dihasilkan. Akan tetapi bahan bakar yang digunakan akan semakin meningkat, Ditinjau dari Daya yang dihasilkan menunjukkan bahwa pemakaian bahan Bakar biopremium 100% menghasilkan daya lebih besar, tetapi karena Bahan bakar biopremium tidak mempunyai sifat *sealing*, *lubricating* dan *Cooling*, maka suhu mesin akan lebih cepat panas dan berakibat usia komponen menjadi lebih pendek.

Willy, *et all.* (2009) menyatakan bahwa system pelumas teknologi 2 tak memakai system oli samping yang menyatu dengan bensin di ruang pembakaran. Saat piston menghisap campuran bensin dan udara, oli yang ikut masuk kedalam campuran bensin melumasi poros engkol, bantalan, batang piston, pena piston dan dinding silinder. Saat proses bilas campuran bensin dan oli ikut terbakar yang menghasilkan sisa gas buang

Apriliyani, *et all.* (2002) meneliti tentang Pengaruh Pemakaian Bahan Bakar Premium, Pertamina dan Bensol Terhadap unjuk Kerja Mesin Dua Langkah, hasil dari penelitian tersebut adalah pada bahan bakar Pertamina dan Bensol mesin akan mengalami kenaikan torsi, pada putaran 6000 RPM, torsi bahan bakar Pertamina 0,21 Nm, daya 0,31 KW, rata-rata tekanan efektif 11 Kpa, dan Bensol torsi meningkat 1,26 Nm, daya 0,79 KW, untuk daya, rata-rata tekanan efektif 70,88 Kpa dan SFC 0,0206 Kg/Kwh terhadap pemakaian premium. Untuk penggunaan bahan bakar yang bagus bagi kinerja motor dua langkah adalah dengan menggunakan bahan bakar bensol.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Motor Bakar

2.2.1.1 Pengertian Motor Bakar

Motor bakar adalah bagian dari mesin kalor yang berguna untuk mengganti atau mengkonversi energi termal hasil pembakaran bahan bakar menjadi energi gerak (mekanis). Energi panas itu sendiri ada dari proses pembakaran bahan

bakar, udara dan sistem pengapian. Adanya bentuk variasi mesin bisa saja terjadi siklus kerja mesin untuk usaha dan tenaga dorong pada motor.

Dengan demikian proses pembakaran motor bakar ini terdiri atas mesin pembakaran luar (*External Combustion Engine*) dan motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*).

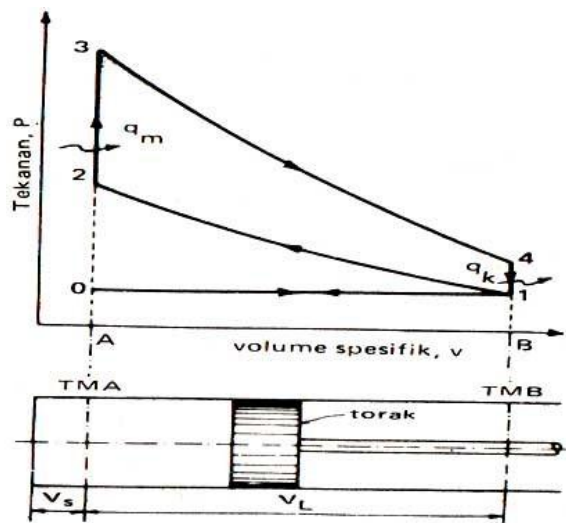
Motor pembakaran luar adalah suatu mesin yang mempunyai system pembakaran atau perubahan energi panas yang terdapat di luar mesin. Pada motor bakar jenis ini terdapat penghubung untuk mengalirkan dari ruang pembakaran ke konstruksi mesin. Untuk contoh mesin jenis ini adalah turbin uap dan mesin turbin nuklir.

Pada motor pembakaran dalam ini sebaliknya dari motor pembakaran luar yaitu tempat terjadinya proses pembakaran atau perubahan energi kalor berada di dalam konstruksi mesin itu sendiri dan tempat terjadinya proses tersebut disebut dengan ruang bakar. Motor pembakaran dalam adalah mesin yang memanfaatkan fluida kerja atau gas panas yang dihasilkan dari proses pembakaran. Contoh untuk motor pembakaran dalam ialah motor bakar torak.

Prinsip kerja motor pembakaran dalam yaitu energi kimia diubah menjadi energi kalor melalui sistem pembakaran atau oksidasi dengan udara di dalam konstruksi mesin. Energi panas ini meningkatkan suhu dan tekanan gas di dalam ruang bakar. Gas yang bertekanan tinggi ini kemudian berekspansi melawan mekanisme mekanik mesin. Ekspansi ini diubah oleh mekanisme link menjadi putaran crankshaft, yang merupakan output dari mesin. Crankshaft selanjutnya dihubungkan ke rangkaian sistem transmisi oleh sebuah poros untuk mentransmisikan daya atau energi putaran mekanis yang selanjutnya energi ini dimanfaatkan sesuai dengan keperluan (Wardan, 2000).

2.2.1.2 Siklus Termodinamika

Pada motor bensin terdapat siklus termodinamika yang sering juga disebut dengan siklus otto. Siklus ini adalah siklus yang ditiru secara mendekati oleh penyalaan bunga api. Siklus udara konstan dapat digambarkan dengan grafik P dan V seperti yang terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram P dan V pada siklus Otto (Arismunandar, 2002)

Keterangan :

- P = Tekanan fluida kerja (kg/cm²)
- V = Volume spesifik (m³/kg)
- qm = Jumlah kalor yang dimasukkan (kcal/kg)
- qk = Jumlah kalor yang dikeluarkan (kcal/kg)
- VL = Volume langkah torak (m³ atau cm³)
- Vs = Volume sisa (m³ atau cm³)
- TMA = Titik mati atas
- TMB = Titik mati bawah

Dalam gambar 2.1 bekerja menurut urutan-urutan sebagai berikut, mulai dari kedudukan torak penghisap pada titik mati atas.

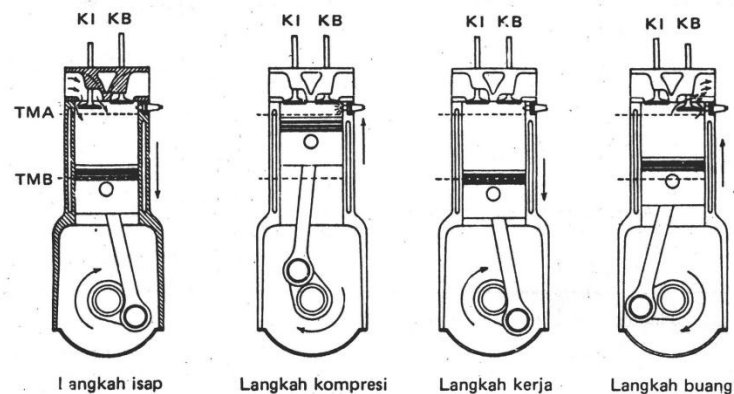
- a. Campuran bahan bakar dan udara yang diupkan ke silinder pada langkah hisap dari torak penghisap, 0-1.
- b. Campuran ditekan keatas dari torak, 1-2.
- c. Campuran dinyalakan dengan percikan bunga api dan pembakaran dilakukan pada volume konstan, 2-3.
- d. Gas panas berekspansi untuk menimbulkan langkah kerja, 3-4
- e. Katup buang terbuka dan hasil sisa pembakaran mengalir keluar, 4-1
- f. Langkah buang, 1-0

- g. Siklus dianggap ‘tertutup’; artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama; atau, gas yang berada dalam silinder pada titik 1 dapat dikeluarkan dari dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida kerja yang sama.

Motor bensin ini dapat dibagi menjadi dua jenis menurut prinsip kerjanya. Jenis-jenis motor bensin ini adalah motor bensin dua langkah dan motor bensin empat langkah

A. Motor Bensin (*Otto*) Empat Langkah

Motor empat langkah adalah motor yang menyelesaikan satu siklus pembakaran dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol. Yang dimaksud adalah dalam satu siklus kerja motor bakar jenis ini mengadakan proses pengisian (langkah hisap), langkah kompresi, langkah kerja atau ekspansi dan langkah pembuangan. Pada motor empat langkah titik atas yang mampu dicapai oleh gerakan torak disebut titik mati atas (TMA). Sedangkan titik terendah yang mampu dicapai torak pada silinder disebut titik mati bawah (TMB). Siklus kerja motor bakar empat langkah dapat diterangkan dalam gambar di bawah ini:



Gambar 2.2 Siklus kerja motor bakar empat langkah (Arismunandar, 2002)

Keterangan :

a) Langkah Hisap:

1. Torak yang bergerak dari TMA menuju TMB;
2. Katup masuk terbuka dan katup buang tertutup;

3. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur di dalam karburator masuk ke dalam ruang silinder melalui katup inlet;
4. Saat torak berada di TMB katup masuk akan tertutup.

b) Langkah Kompresi:

1. Torak bergerak dari TMA ke TMB;
2. Katup masuk dan katup buang kedua-duanya tertutup sehingga gas yang telah dihisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak yang mengakibatkan tekanan gas naik;
3. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMB busi mengeluarkan bunga api listrik;
4. Gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi akan terbakar;
5. Akibat pembakaran bahan bakar, tekanan akan naik menjadi kira-kira tiga kali lipat dari temperatur awal.

c) Langkah Kerja/Ekspansi:

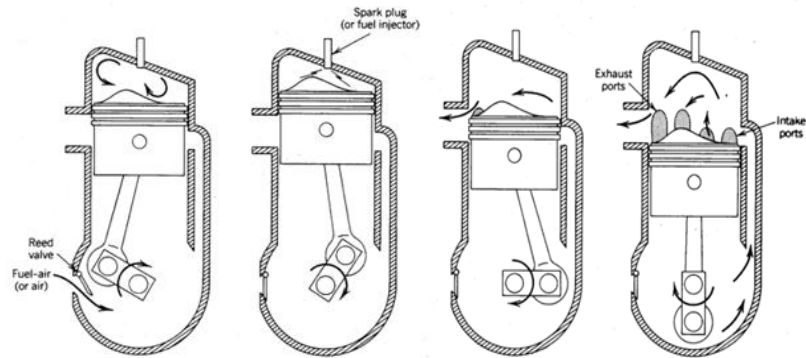
1. Kedua katup yaitu katup masuk dan katup buang sama-sama dalam keadaan tertutup;
2. Gas terbakar dengan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan torak agar turun ke bawah dari TMA ke TMB;
3. Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak dan selanjutnya diubah menjadi energi gerak berputar (rotasi) oleh poros engkol.

d) Langkah Buang:

1. Katup masuk dalam keadaan tertutup sedangkan katup buang dalam keadaan terbuka;
2. Torak bergerak dari TMA ke TMB;
3. Torak mendorong gas sisa hasil pembakaran keluar ke lingkungan melalui katup buang.

B. Motor Bensin Dua Langkah

Prinsip kerja pada motor bensin ini adalah dua langkah yang artinya didalam satu siklus kerja atau proses pembakaran bahan bakar dibutuhkan dua langkah gerakan piston. Gerakan piston tersebut yaitu :



Gambar 2.3 Siklus motor bensin 2 Langkah (Heriyanto,2012)

a. Langkah hisap dan kompresi.

Piston bergerak ke atas. Ruang dibawah piston menjadi hampa udara, akibatnya udara dan campuran bahan bakar terhisap masuk kedalam ruang pembakaran lebih tepatnya lagi berada di bawah piston. Sementara diruang atas piston terjadi kompresi sehingga udara dan campuran bahan bakar yang sudah berada di atas piston menjadi panas dan bertekanan tinggi. Pada saat sebelum TMA busi memercikan bunga api sehingga campuran antara udara dan bahan bakar yang berada di atas piston terbakar dan meledak.

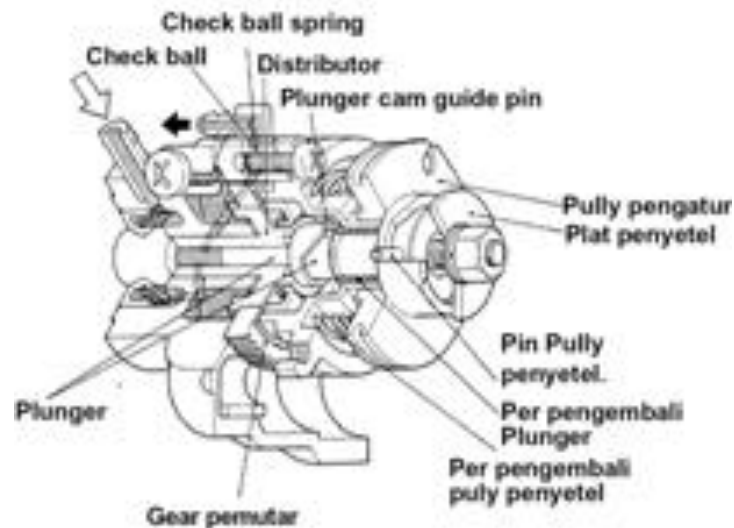
b. Langkah usaha dan buang.

Hasil dari langkah hisap dan kompresi tadi membuat piston bergerak turun. Pada saat piston bergerak turun, ruang dibawah piston termampatkan/ terkompresi oleh piston. Sehingga campuran dari udara dan bahan bakar yang berada di bawah piston menjadi mendesak keluar dan naik ke atas piston melalui saluran. Sementara sisa dari hasil pembakaran yang sebelumnya akan terdorong keluar menuju saluran buang. Kemudian menuju knalpot.

Kedua langkah kerja ini akan terjadi secara berulang-ulang selama mesin dihidupkan

2.2.1.3 Pompa Oli Motor Dua Tak

Pompa pelumas yang berfungsi untuk menghisap oli dari tangki oli dan menekan oli pada karburator. Pompa pelumas motor 2 tak umumnya menggunakan tipe *plunger*.



Gambar 2.4 Pompa Oli Motor 2 tak (Ginanjar.2012)

Fungsi pompa :

- Gear pemutar gigi yang memutar distributor, putaran worm wheel gear didapat dari putaran mesin.
- Plunger* berfungsi sebagai piston penghisap dan menekan oli.
- Fungsi *Check ball* sebagai katup satu arah, yang akan membuka saat plunger menekan oli dan menutup saat plunger menghisap oli.
- Plunger cam guide pin* sebagai pin pembimbing nok agar plunger bisa bergerak maju-mundur saat worm wheel gear berputar.
- Pully pengatur* sebagai puli yang diputar gas untuk mengatur jumlah oli yang di pompa.
- Plat penyeter sebagai alat untuk menyeter panjang langkah pemompaan.

2.2.2 Minyak Pelumas

2.2.2.1. Pengertian Pelumas

Minyak pelumas mesin atau lebih dikenal Oli adalah zat kimia yang berupa cair yang berfungsi untuk penyekat antar komponen mesin dan mengurangi gesekan antara dua permukaan benda yang bergerak. Zat ini merupakan hasil dari destilasi minyak bumi yang mencapai suhu 105°C-135°C. Sebagian besar pelumas terdiri dari 90% minyak dasar dan 10% zat tambahan. Fungsi utamanya adalah untuk melumasi dan mengurangi gesekan, sebagai pendingin mesin dari panas yang timbul akibat gesekan.

Kode pengenal untuk oli SAE (*Society of Automotive Engineers*) suatu asosiasi yang mengatur tentang standarisasi berbagai bidang seperti bidang desain teknik, manufaktur, dan lain sebagainya. Parameter ini biasanya sudah tercatum pada masing-masing kemasan oli, sebagai contoh SAE 40 atau SAE 10W-50 semakin besar angka yang mengikuti kode oli menandakan semakin kentalnya oli tersebut. Angka yang mengikuti di belakangnya, menunjukkan tingkat kekentalan oli tersebut. Sedangkan huruf W (*Winter*). Contoh: SAE 10W-50 berarti pelumas tersebut memiliki tingkat kekentalan SAE 10 untuk kondisi temperatur suhu dingin dan SAE 50 pada kondisi temperatur suhu panas (Nugroho dan Sunarno,2012).

2.2.2.2 Sistem Pelumas

Sistem pelumas merupakan sistem pendukung yang sangat penting bagi kebutuhan mesin. Didalam Mesin tersebut ada bagian-bagian logam yang bergerak, diantaranya ada komponen yang saling bergesekan, sehingga gesekan komponen pada mesin harus dicegah karna menimbulkan berbagai masalah seperti panas yang tinggi pada mesin dan mempercepat keausan komponen mesin. Fungsi utama dari system pelumas adalah mengurangi gesekan antara komponen mesin dengan membentuk *oil film* atau lapisan tipis oli diantara komponen yang bergesekan. System pelumas tidak bias meniadakan gesekan, tetapi hanya mengurangi gesekan. Gesekan yang terjadi akan semakin kecil jika system pelumasan dapat bekerja dengan baik. Selain itu system pelumasan juga memiliki fungsi lain, yaitu :

- a. Sebagai pendingin mesin

Proses pembakaran di dalam mesin silinder menghasilkan panas, begitupun pada gesekan antar komponen, system pendingin tersebut mengurangi panas yang terjadi dengan mengambil panas pada bagian yang dilewati dan mendinginkan pada bak engkol.

b. Sebagai perapat

Piston dengan silinder mempunyai celah, pelumas membantu mengurangi kebocoran kompresi maupun dari tekanan hasil pembakaran dengan membuat lapisan oli mengisi celah antara kedua bagian tersebut.

c. Sebagai peredam

Piston, batang piston dan poros engkol merupakan bagian mesin menerima gaya yang berfluktuasi, sehingga saat menerima gaya tekan yang besar memungkinkan menimbulkan benturan yang keras dan menimbulkan suara berisik. Pelumas berfungsi untuk melapisi antara bagian tersebut dan meredam benturan yang terjadi sehingga suara mesin lebih halus.

d. Sebagai pembersih

Salah satu efek gesekan adalah keausan, system pelumas membantu membawa kotoran sehingga bagian yang bergesekan tetap bersih.

e. Sebagai anti karat

Sistem pelumas berfungsi untuk melapisi logam dengan oli, sehingga mencegah kontak langsung antar logam dengan udara maupun air dan terbentuknya karat dapat dihindari

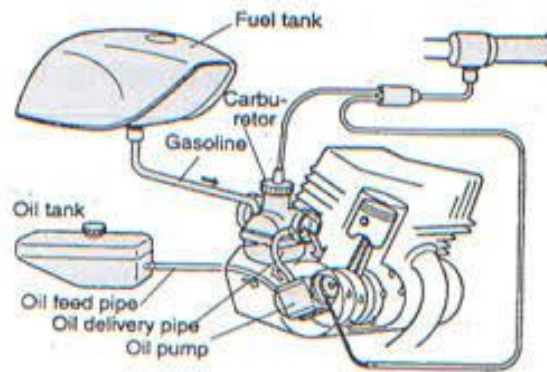
Komponen yang sangat penting dalam sitem pelumas adalah minyak pelumas atau oli, karena oli inilah yang secara langsung melumasi komponen mesin guna mengurangi gesekan yang terjadi. (Al Sudibyo, 2004)

2.2.2.3. Sistem Pelumasan Mesin pada Motor 2 Tak

Pada mesin motor 2 tak engkol (*crank case*) tidak berisi oli pelumas, karena sebagai pompa bilas. Yang berfungsi untuk melumasi bagian poros engkol, batang piston, piston, ring piston dan dinding silinder maka minyak pelumas dicampur dengan bahan bakar yang masuk ke bak engkol dan silinder. Metode mencampur minyak pelumas ada 2 macam yaitu :

a. *Premix type lubrication*

Premix type lubrication yaitu system pelumas pada mesin motor 2 tak dengan cara mencampur langsung oli pelumas pada tengki bensin dengan perbandingan 20 – 25 liter bensin di campur dengan 1 liter oli.



Gambar 2.5 Sistem pelumas 2 tak *Injection Pump Type* (Ginanjari.2012)

Saat mesin hidup bensin yang bercampur oli mengalir ke karburator, di karburator campuran bensin dengan oli di kabutkan, dan masuk kedalam bak engkol (*crank case*), campuran bensin dan oli melumasi poros engkol, bantalan, batang piston, pena piston dan dinding silinder. Saat proses bilas campuran bensin dan oli terbakar, sisa gas buang dibuang melalui kenalpot.

Kelemahan premix type lubrication diantaranya adalah sebagai berikut :

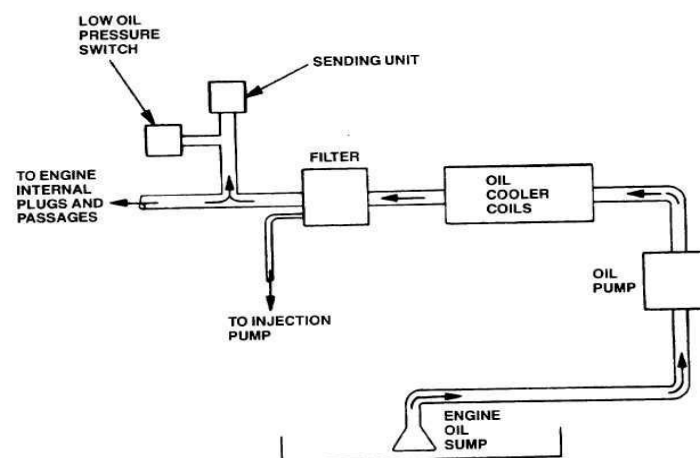
- 1) Di dalam tangki dan di dalam karburator ada kemungkinan oli mengendap, sehingga campuran kurang homogeny, komposisi campuran tidak setabil, pelumas kurang sempurna.
- 2) Bensin campur mempunyai viscositas yang lebih tinggi, sehingga akan mengakibatkan
 - a) Pengabutan pada karburator kurang halus.
 - b) Proses pembakaran kurang sempurna.
 - c) Banyak endapan karbon di ruang bakar, saluran buang maupun knalpot.
- 3) Komposisi campuran tetap, padahal kebutuhan pelumas sebanding dengan putaran mesin, sehingga oli berlebihan pada putaran rendah dan menengah, tetapi kurang saat putaran tinggi.

b. *Injection pump type lubrication*

Merupakan metode sistem pelumas motor dua tak dengan cara memompa sejumlah oli pelumas pada *manifold*. Minyak pelumas yang di semprotkan kemudian bercampur dengan bensin dan udara dari karburator, dan bersama sama masuk kedalam karburator, dan bersama – sama masuk kedalam bak engkol. Pada bak engkol campuran bensin dan oli melumasi poros engkol, bantalan, batang piston, pena piston dan dinding silinder. Saat proses bilas campuran masuk kedalam silinder untuk melumasi piston, ring piston dan dinding silinder. Saat proses pembakaran campuran bensin dengan oli terbakar, sisa gas buang di buang melalui kenalpot.

Komponen sistem pelumas injeksi adalah:

- 1) Tangki oli pelumas untuk menampung oli yang diperlukan.
- 2) Pompa pelumas yang berfungsi untuk menghisap oli dari tangka oli dan menekan oli pada *intake manifold*.
- 3) Kabel pompa oil untuk mengontrol jumlah oli yang disemprotkan



Gambar 2.6 Sistem pelumas 2 tak *Injection Pump Type* (Ginanjari.2012)

Dengan adanya pompa oli yang dikontrol bersama gas, memungkinkan oli yang di semprotkan sesuai dengan kebutuhan beban dan kecepatan sepeda motor. Kebutuhan oli untuk beban ringan sebesar 80 – 120 : 1, untuk beban menengah 40 – 70 :1, sedangkan untuk beban tinggi sebesar 18 – 30 : 1, dengan adanya sistem injeksi kelemahan pada sistem pelumas campur dapat teratasi.

2.2.2.4. Sifat Penting Pelumas

Dalam penelitiannya Arismunandar (1988), menyatakan bahwa beberapa sifat yang perlu diperhatikan minyak pelumas untuk memenuhi fungsinya adalah:

a. Kekentalan

Minyak pelumas harus sesuai dengan fungsinya yaitu mencegah keausan permukaan bagian yang bergesekan, terutama pada beban yang besar dan pada putaran mesin yang rendah. Minyak pelumas yang terlalu kental dan sulit untuk mengalir, disamping itu dapat menyebabkan kerugian berupa daya mesin yang menjadi terlalu besar.

b. Indeks Kekentalan

Kekentalan minyak pelumas itu berubah-ubah terhadap temperatur mesin. Minyak pelumas yang baik tidak terlalu sensitif terhadap perubahan temperatur, sehingga dapat berfungsi sebagaimana mestinya, baik dalam keadaan dingin, pada waktu mesin mulai berputar maupun pada temperatur kerja tinggi.

c. Titik Tuang

Pada temperatur tertentu, minyak pelumas akan membentuk jaringan kristal yang menyebabkan minyak itu sulit mengalir. Karena itu sebaiknya gunakan minyak pelumas dengan titik tuang yang serendah-rendahnya untuk menjamin agar pelumas dapat mengalir pada keadaan oprasi.

d. Stabilitas

Beberapa minyak pelumas pada temperatur tinggi, tingkat stabilitasnya akan berubah susunan kimianya sehingga terjadi endapan yang mengakibatkan cincin torak/*ring piston* melekat pada alurnya. Dalam beberapa hal minyak pelumas dapat membentuk lumpur apabila bercampur dengan air dan beberapa komponen hasil pembakaran.

e. Kemampuan pelumasan

Minyak pelumas harus memiliki kelumasan, atau sifat melumasi, yang cukup baik, yaitu dapat membasahi permukaan logam. Sifat ini sangat penting untuk melindungi permukaan bagian mesin.

2.2.2.5. Jenis-Jenis Oli

Secara umum ada tiga jenis oli yaitu oli mineral, oli sintetik dan oli semi sintetik. Berikut ini adalah pembahasan lebih jauh tentang jenis oli. (www.oilspesifications.org)

a. Oli Mineral

Oli mineral berasal dari penyulingan minyak dasar (*crude oil*) yang berasal dari pengolahan minyak bumi. Pada proses penyulingan ini minyak bumi dibagi bagi menjadi bagian – bagian yang berbeda dan salah satunya menghasilkan minyak mineral. Minyak mineral yang digunakan sebagai pelumas memiliki asal – usul alam dan terdiri dari *alkalin* dan *cyclic paraffin*. Dalam proses pembuatan oli mineral, minyak mineral ditambah dengan beberapa bahan tambahan untuk menyempurnakannya, kandungannya 90 % merupakan minyak hasil penyulingan minyak bumi kemudian ditambahkan zat kimia dengan kandungan 10 % (berupa zat aditif, *detergent*, dan sebagainya). Yang termasuk kedalam oli mineral adalah oli dengan standar JASO FA, JASO FB, API TA, API TB, API TC dan ISO-L-EGB (untuk pelumas dua tak).

b. Oli sintetik

Oli sintetik adalah oli dari hasil olahan laboratorium yaitu merupakan pelumas yang dibuat dari proses yang telah disempurnakan dengan rumus yang sangat maju dan canggih. Kebanyakan oli sintetik berbahan dasar *polyolefin*. Seiring perkembangan teknologi, banyak produsen yang memproduksi oli sintetik berbahan dasar *polyester*, *poliglycos*, *ester*, *naftalena*, dan *benzone alkilasi*. Oli sintetik disarankan pada mesin-mesin berteknologi baru seperti Turbo, Supercharger, dan DOHC, yang membutuhkan pelumasan yang lebih baik. Pada mesin berteknologi baru seperti diatas memiliki celah yang lebih sempit dan oli sintetik dapat melapisi dan mengalir lebih baik pada celah sempit. Yang termasuk kedalam oli sintetik adalah oli dengan setandar JASO FD dan ISO-L-EGD (untuk pelumas dua tak).

c. Oli semi sintetik

Oli semi sintetik adalah percampuran antara oli sintetik dengan oli mineral, kandungan oli sintetik tidak lebih dari 30 %. Oli semi sintetik ini dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan dari kedua jenis oli tersebut. Yang termasuk ke

dalam jenis oli semi sintetis adalah oli dengan setandar JASO FC, API TD, dan ISO-L-EGC (untuk pelumas dua tak).

Keunggulan oli sintetis dibandingkan dengan oli mineral :

- 1) Lebih stabil pada temperature tinggi.
- 2) Mecegah terjadinya endapan karbon.
- 3) Sirkulasi lebih lancar di waktu start pagi hari.
- 4) Tahan terhadap perubahan atau oksidasi sehingga lebih tahan lama.

2.2.2.6. Jenis Minyak Pelumas Berdasarkan Standar

Berikut ini adalah pembahasan jenis – jenis oli samping berdasarkan standar.

a) API (*American Petroleum Institute*), bermarkas di US

Standar API meliputi daya pelumas, control deposit karbon, oksidasi oli, keausan, karat dan korosi. Khusus untuk minyak pelumas dua tak standar API mengatur daya pelumasan, detergency, dan pre ignition. Standar API untuk pelumas dua tak dibedakan menjadi berikut :

1. API TA

Standar API TA digunakan untuk pelumas motor dua tak dengan daya rendah dan berpendingin udara. Tetapi API jenis TA untuk saat ini sudah jarang diproduksi dan sudah jarang digunakan. Maka pelumas dua tak dengan setandar API TA sudah tidak diproduksi lagi

2. API TB

Spesifikasi API TB yakni memiliki kualitas diatas API TA dengan sedikit penambahan bahan aditif API TB ini untuk kualitas oli samping yang rendah.

3. API TC

Terutama digunakan untuk pelumas sepeda motor dua tak yang bertenaga besar dengan sistem pendingin udara. API TC setingkat lebih baik dibandingkan dengan API TB pelumas ini memiliki kelebihan antara lain : dapat digunakan untuk bensin campur diluar tangka bahan bakar dengan cara diaduk terlebih dahulu, seperti pada scoter, bemo, mesin pemotong rumput, generator dan lain sebagainya

4. API TD

API TD merupakan kualitas standar API yang terbaik untuk pelumas dua tak karena mengandung bahan aktif dengan detergent sebagai pembersih komponen mesin.

b) JASO (*Japanese Automobile Standards Organization*), bermarkas di Jepang JASO merupakan standar Jepang, berikut adalah klasifikasi minyak pelumas dua tak :

1. JASO FA

JASO FA merupakan spesifikasi yang standard dan mendasar untuk pelumas mesin dua tak. Daya pelumas, detergent, pencegah knocking, dan exhaust smoke yang jauh lebih sedikit dibanding dengan JASO FA.

2. JASO FB

JASO FB ini daya pelumasan ditingkatkan lebih baik dari JASO FA, dan penambahan detergent lebih banyak, pencegah knocking dan exhaust smoke yang jauh lebih baik dibandingkan JASOFA.

3. JASO FC

JASO FC ini daya pelumasan dan exhaust smoke sama dengan JASO FB. Tetapi pada JASO FC kandungan detergent ditingkatkan dan pencegah knocking yang lebih baik dibandingkan JASO FB

4. JASO FD

JASO FD merupakan kualitas yang paling tinggi. Sama seperti JASO FC hanya penambahan detergent menjadilebih baik.

c) ISO (*International Standards Organization*)

ISO merupakan badan yang mengatur standar untuk banyak hal, namun dalam hal ini hanya akan membahas untuk standar oli samping

1) ISO-L-EGB

ISO-L-LGB ini dinilai setara dengan API TC. Dalam spesifikasinya, minyak jenis ini tidak mengandung bahan sintesis tetapi mengandung detergent dan bahan aditif. ISO-L-EGB hampir memiliki persamaan atau setara dengan JASO FB.

2) ISO-L-EGC

ISO-L-EGC ini dinilai setara dengan JACO FC pada umumnya, merupakan kelas tinggi untuk standar Jepang (JASO). Minyak pelumas ini termasuk pelumas semi sintetik, dengan daya pelumasan yang baik dan kandungan detergent yang tinggi.

3) ISO-L-EGD

ISO-L-LGD secara internasional diakui sebagai kelas atau standar tertinggi untuk minyak pelumas motor dua tak. Minyak pelumas dalam kelas ini termasuk minyak pelumas sintetik dengan spesifikasi yang terbaik. Daya pelumas, exhaust smoke, anti knocking, dan kandungan detergent dianggap sangat baik dari semua kelas. ISO-L-EGD ini sebanding dengan JASO FD, tetapi tidak ada produk dengan standar API yang sebanding dengan ISO-L-EGD. (www.oilspecifications.org)

2.2.2.7. Oli shell SX 2T

Shell Advance SX 2T merupakan pelumas kendaraan dua tak yang terbuat dari bahan dasar pelumas mineral dan ditambah dengan teknologi DPA (*Dynamic Performance Additif*), dan dengan formula *low carbon*. Keunggulan khusus yang dimiliki oleh Shell Advance SX 2T adalah *low carbon deposit* yakni karbon yang dihasilkan sedikit. Shell Advance SX 2T juga dapat digunakan untuk mesin dua tak dengan sistem *oil injection*.



Gambar 2.7 Shell Advance SX 2T (www.epc.shell.com,2008)

a. Kemampuan kerja

Kemampuan kerja Shell Advance SX 2T adalah pelumas motor dua tak tanpa pendingin udara. Pelumas ini memenuhi spesifikasi yang di terapkan oleh JASO (*Japanese Automobile Standards Organization*) dengan tingkat mutu JASO FB.

b. Karakteristik Shell Advance SX 2T

Karakteristik dari minyak pelumas ShellAdvance SX 2T dapat dilihat di tabel berikut.

Tabel 2.1 Karakteristik Shell Advance SX 2T

TYPICAL	SHELL ADVANCE SX 2T
Spesific gravity, 15/4 ⁰ c	0,896
Kinematic Viscosity, at 40 ⁰ c	63,1 mm ² /s
Kinematic Viscosity, at 100 ⁰ c	8,9 mm ² /s
Viscosity Index	116

Colour, ASTM	Red, Pre-diluted
Flash Point COC	122 ⁰ c
Pour Point	-20 ⁰ c
Sulfated ash, % wt	0,11
Total Base Number, mg KOH/gr	2,17
Initial Boilling Point	>280 ⁰ c

(www.epc.shell.com,2008)

Keterangan tabel:

1). *Kinematic Viscosity*

Kinematic Viscosity adalah ukuran besarnya tahanan laju aliran antara minyak pelumas dan permukaan.

2). *Viscosity Index*

Viscosity Index adalah ukuran yang menunjukkan kemampuan minyak pelumas untuk dapat mempertahankan kekentalan terhadap perubahan temperature yang diderita minyak pelumas. Makin tinggi *Viscosity Index* makin baik atau stabil tingkat kekentalan nya terhadap perubahan suhu.

3). *Flash Point*

Flash Point adalah suhu dimana minyak pelumas dapat terbakar sesaat apabila terdapat sumber api.

4). *Pour Point*

Pour Point adalah suhu terendah dimana cairan minyak pelumas masih dapat mengalir.

5). *Total Base Namber*

Total Base Number adalah kemampuan minyak pelumas untuk menetralsisir asam kuat (Asam Sulfat) yang terjadi dari proses perubahan dalam silinder, begitu pula disaat pendinginan gas hasil pembakaran tidak menyebabkan korosi di dinding atau permukaan silinder, piston, ring dan lainnya. Angka TBN pada minyak bekas lebih rendah dari pada peluma baru karena sebagian besar telah

digunakan untuk menetralkan asam-asam yang terbentuk atau untuk menghancurkan kotoran.

6). *Specific Gravity*

Specific Gravity adalah perbandingan minyak dan air yang mempunyai volume sama pada suhu tertentu. Biasanya *Specific gravity* minyak pelumas kurang dari 1%. Semakin mendekati angka 1 maka minyak pelumas semakin baik. Karena jumlah air terdispersi ke dalam minyak semakin sedikit, hal ini mengurangi terjadinya oksidasi dalam mesin yang akan mengurangi pembentukan oil film.

2.2.2.8. Oli Mesrania 2T Sport

Minyak pelumas ini merupakan pelumas dari Pertamina dengan kualitas sedang. Mesrania 2T Sport memenuhi persyaratan API TC dan JASO FB. Digunakan untuk motor bensin dua tak berpendingin udara. Karakteristik dari minyak pelumas Mesrania 2T Sport dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Karakteristik Mesrania 2T Sport

TYPICAL	MESRANIA 2T SPORT
Specific gravity, 15/4 ⁰ c	0,8814
Kinematic Viscosity, at 40 ⁰ c	93,41 mm ² /s
Kinematic Viscosity, at 100 ⁰ c	10,92 mm ² /s
Viscosity Index	101
Colour, ASTM	Red
Flash Point COC	152 ⁰ c
Pour Point	-9 ⁰ c
Sulfated ash, % wt	0,14
Total Base Number, mg KOH/gr	0,60

(www.pertamina.com, 2005)



Gambar 2.8 Pertamina Mesrania 2T Sport (www.pertamina.com, 2005)

2.2.2.9. Oli Ultralin Racing

Oli samping ini merupakan oli samping dengan sedikit bahan zat aditif dan dapat dikatakan memiliki kualitas yang sangat sederhana.

a. Kemampuan kerja

Kemampuan kerja dari Ultralin Racing adalah merupakan minyak pelumas motor dua tak berpendingin udara yang memenuhi persyaratan (*American Petroleum Institute*) dengan standar API TB.

b. Karakteristik Ultralin Racing 2T

Karakteristik untuk pelumas dua tak Ultralin Racing 2T seperti pada table berikut ini.



Gambar 2.9 Ultralin Racing (www.OliUltraline.com, 2006)

Tabel 2.3 Karakteristik Ultralin Racing

TYPICAL	ULTRALINE RACING 2T
Spesific gravity, 15/4 °C,cSt	0,826
Kinematic Viscosity,at 40 °C,cSt	95,28
Kinematic Viscosity,at 100 °C,cSt	10,07
Viscosity Index	98
Colour, ASTM	Blue
TYPICAL	ULTRALINE RACING 2T
Flash Point COC, °C	105
Pour point, °C	- 40
Sulfated ash,%wt	0,06
Total Base Number, mg KOH/gr	0,60

(Buku Karakteristik Ultraline)

2.2.3 Viskositas

2.2.3.1 Pengetian Viskositas

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida (gesekan internal fluida). Gaya viskos melawan gerakan sebagian fluida reatif terhadap gaya yang lain. Viskositas adalah suatu pernyataan “tahanan untuk mengalir” dari suatu sistem yang mendapatkan suatu tekanan. Semakin kental suatu cairan, semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk membuatnya mengalir pada kecepatan tertentu.

2.2.3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Viskositas

Faktor - faktor yang mempengaruhi viskositas adalah sebagai berikut (Rana, 2015) :

a. Tekanan

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

b. Temperature

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 interaksi antar molekul melemah. Dengan demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperature.

c. 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 turun kaena gliserin maupun minyak akan semakin encer, waktu alirnya semakin cepat.

d. Ukuran dan berat molekul

Viskositas naik dengan naiknya berat molekul. Misalnya laju aliran alcohol cepat, larutan minyak laju aliran lambat dan kekentalanya tinggi serta laju aliran lambat sehingga viskositasnya juga tinggi.

e. Berat molekul

Viskositas akan naik jika ikatan rangkap semakin banyak.

f. Kekuatan antar molekul

Viskositas air naik dengan adanya ikatan hidrogen.

g. Konsentrasi larutan

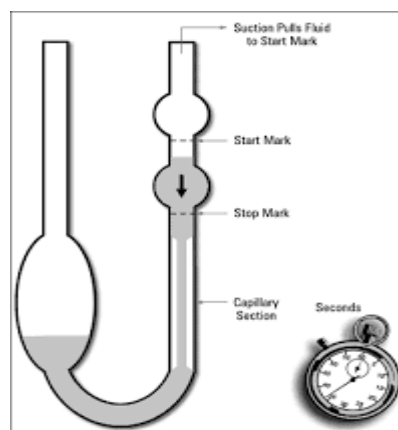
Viskositas berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Suatu larutan dengan konsentrasi tinggi akan memiliki viskositas yang tinggi pula, karena konsentrasi larutan menyatakan banyaknya partikel zat yang terlarut, gesekan antar partikel semakin tinggi dan viskositasnya semakin tinggi pula

2.2.3.3 Alat Ukur Viskositas

Viskometer adalah alat yang digunakan untuk mengetahui viskositas atau kekentalan suatu fluida atau larutan. Kebanyakan viskometer mengukur kecepatan dari suatu cairan mengalir melalui pipa gelas. Ada beberapa macam viscometer yang biasa digunakan antara lain:

1. Viskometer *Kapiler/Ostwald*

Viskositas dari cairan yang ditentukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan bagi cairan tersebut untuk lewat antara dua tanda ketika mengalir karena gravitasi melalui viskometer *Ostwald*. Waktu alir dari cairan yang diuji dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan bagi suatu zat yang viskositasnya sudah diketahui (biasanya air) untuk lewat dua tanda tersebut.



Gambar 2.10 Viskometer *Ostwald* (www.indiamart.com)

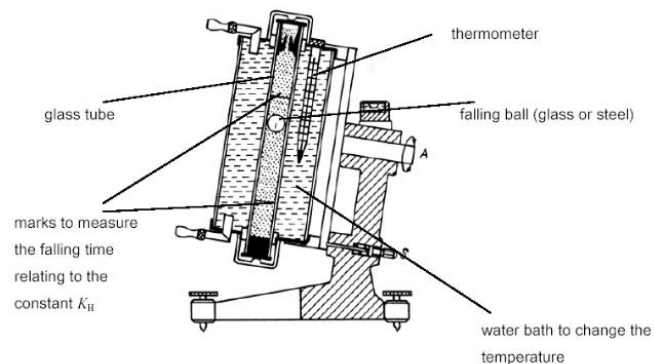
Cara penggunaannya adalah :

1. pergunakan viskometer yang sudah bersih.
2. Pipetkan cairan ke dalam viskometer dengan menggunakan pipet.
3. Lalu hisap cairan dengan menggunakan *pushball* sampai melewati 2 batas.
4. Siapkan stopwatch , kendurkan cairan sampai batas pertama lalu mulai penghitungan.
5. Catat hasil, Dan lakukan penghitungan dengan rumus.

6. Usahakan saat melakukan penghitungan kita menggenggam di lengan yang tidak berisi cairan.

2. Viskometer *Hoppler*

Berdasarkan hukum stokes pada kecepatan bola maksimum, terjadi keseimbangan sehingga gaya gesek = gaya berat. Prinsip kerjanya adalah menggelindingkan bola (yang terbuat dari kaca) melalui tabung gelas yang berisi zat cair yang diselidiki. Kecepatan jatuhnya bola merupakan fungsi dari resiprok sampel.



Gambar 2.11 Viskometer *Hoppler* (<https://hu.wikipedia.org>)

Prosedur penggunaannya adalah :

1. Ukur diameter bola
2. Timbang massa bola
3. Ukur panjang tabung viscometer dari batas atas - batas bawah
4. Tentukan massa jenis masing- masing cairan
5. Ukur temperature alat viskositas *Hoppler*
6. Isi tabung dengan aquades dan dimasukkan bola
7. Pada saat bola diatas, stopwatch dihidupkan
8. Pada saat bola dibawah, stopwatch dimatikan
9. Catat waktu bola jatuh dari batas atas sampai batas bawah
10. Tabung dibalik
11. Ulangi prosedur 3–6 sebanyak 3 kali berturut- turut, pada temperature lain dan cairan yang lain.

d) Viskometer *Cup dan Bob*

Prinsip kerjanya digeser dalam ruangan antar dinding luar dari bob dan dinding dari cup dimana bob masuk persis ditengah-tengah. Kelemahan viskometer ini adalah terjadinya aliran sumbat yang disebabkan geseran yang tinggi di sepanjang keliling bagian tube sehingga menyebabkan penurunan konsentrasi. Penurunan konsentrasi ini menyebabkan bagian tengah zat yang ditekan keluar memadat. Hal ini disebut aliran sumbat. Prinsip kerjanya sampel digeser dalam ruangan antara dinding luar dari *bob* dan dinding dalam dari *cup* dimana *bob* masuk persis ditengah – tengah.



Gambar 2.12 Viskometer *Cup dan Bob* (www.alibaba.com)

Kelemahan viscometer ini adalah terjadinya aliran sumbat yang disebabkan geseran yang tinggi di sepanjang keliling bagian tube sehingga menyebabkan penurunan konsentrasi. Penurunan konsentrasi ini menyebabkan bagian tengah zat yang ditekan keluar memadat. Hal ini disebut aliran sumbat.

e) Viskometer *Cone dan Plate*

Cara pemakaian adalah sampel ditempatkan di tengah-tengah papan, kemudian dinaikkan hingga posisi dibawah kerucut. Kerucut digerakkan oleh motor dengan bermacam kecepatan dan sampelnya digeser di dalam ruang semitransparan yang diam dan kemudian kerucut yang berputar.

Ada beberapa hal yang mempengaruhi akurasi dari alat ini, misalnya:

1. Dipakai pada *cone dan plate*
2. Ukuran sample
3. Waktu yang dibutuhkan untuk memungkinkan sampel untuk menstabilkan pada pelat sebelum terbaca.
4. Kebersihan kerucut dan plat
5. Jenis bahan, tinggi atau rendah viskositas, ukuran partikel
6. Tipe *cone*, *cone* rentang yang lebih rendah memberikan akurasi yang lebih tinggi
7. Shear rate ditempatkan untuk sampel



Gambar 2.13 Viskometer *Cone dan Plate* (www.analissolo.com)

Prosedur Kalibrasi untuk Viskometer *Cone/Plate* :

1. Atur jarak antara *cone spindle* dengan *plate* sesuai dengan instruksi manual
2. Pilih viskositas standard yang akan memberikan nilai pembacaan antara 10% hingga 100% dari *Full Scale Range* (FSR). Sebaiknya pilih standard dengan nilai mendekati 100% FSR.
3. Masukkan sampel ke dalam cup dan biarkan selama 15 menit untuk mencapai suhu setting
4. Lakukan pengukuran dan catat hasilnya baik % Torque dan cP. Catatan:
 - a. *Spindle* harus berputar minimum 5 putaran sebelum pengukuran diambil.
 - b. Penggunaan standard pada rentang 5 cP s.d 5.000 cP dianjurkan untuk *instrument cone/plate*. Jangan gunakan viskositas standard diatas 5.000 cP.

Toleransi dari viskometer Brookfield adalah 1% dari Full Scale Range (FSR). FSR adalah nilai maksimum yang mampu diukur oleh alat dengan kombinasi setting Spindle dan Kecepatan putar spindle yang kita tetapkan. Sedangkan toleransi dari cairan standard adalah 1% dari nilai Viskositas cairan yang bersangkutan.

2.2.3.4 Viskositas Pelumas

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

a) Kekentalan Dinamik atau Absolute Viskositas Dinamis

Adalah rasio tegangan geser yang dihasilkan ketika fluida mengalir. Dalam satuan SI diukur dalam pascal-detik atau newton detik per meter persegi, tapi centimeter-gram-detik (cgs) Unit, centipoise itu, lebih diterima secara luas, dengan 1 centipoise (cP) = 10^{-3} Pa.s = 10^{-3} N.s/m². Centipoise adalah satuan viskositas yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan Reynolds persamaan dan berbagai persamaan pelumasan *elastohydro dynamic*.

b) Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik adalah sama dengan viskositas dinamis dibagi dengan kepadatan. Dalam Unit SI adalah meter persegi per detik, akan tetapi satuan cgs, Centistoke, lebih luas diterima, dengan 1 centistoke (Cst) = $1\text{mm}^2/\text{s}$.

Centistoke adalah unit yang paling sering dikutip oleh pemasok pelumas dan pengguna. Dalam prakteknya, perbedaan antara viskositas kinematik dan dinamis tidak paling penting penting untuk minyak pelumas, karena kepadatan mereka pada suhu operasi biasanya terletak antara 0,8 dan 1,2. Namun, untuk beberapa sintetis fluorinated minyak dengan kepadatan tinggi, dan untuk gas, perbedaannya bisa sangat signifikan.

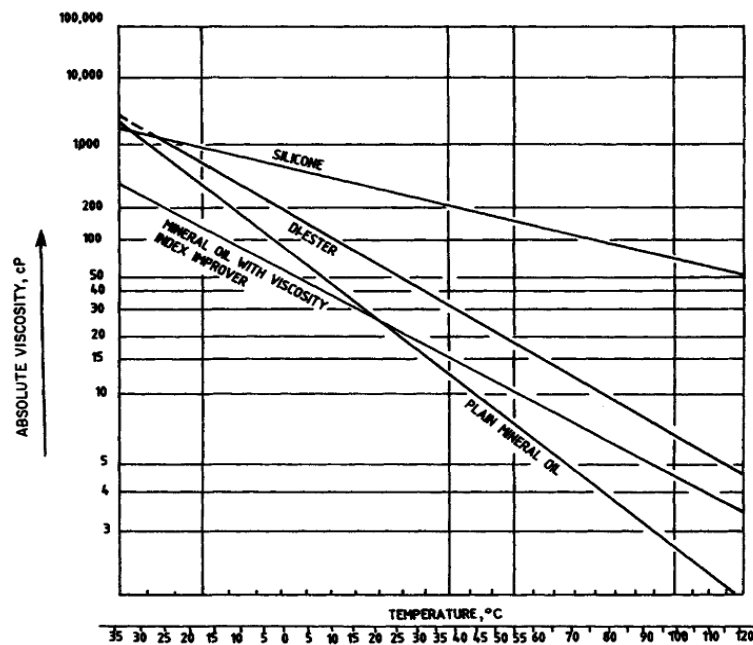
Viskositas dari minyak pelumas kebanyakan adalah antara 10 dan 600 cSt pada suhu operasi, dengan angka rata-rata sekitar 90 cSt. Viskositas rendah lebih berlaku untuk bantalan dari pada gigi, serta di mana beban yang ringan, dan kecepatan tinggi atau sistem tertutup sepenuhnya. Sebaliknya, viskositas yang

lebih tinggi dipilih untuk gigi dan di mana kecepatan rendah, beban yang tinggi, atau sistem ini berventilasi baik. Beberapa ciri viskositas yang berkisar pada suhu operasi.

Variasi viskositas minyak dengan suhu akan sangat penting dalam beberapa sistem, dimana suhu operasi baik bervariasi ataupun tidak bervariasi sangat berbeda dengan suhu acuan viskositas minyak. Setiap penurunan viskositas suatu cairan diiringi dengan naiknya suhu, namun tingkat penurunan dapat bervariasi dari satu cairan dengan cairan yang lain.

Perubahan viskositas dengan suhu untuk beberapa minyak pelumas yang khas. Sebuah grafis presentasi jenis ini adalah cara yang paling berguna untuk menampilkan informasi ini, tetapi jauh lebih umum untuk mengutip indeks viskositas (VI).

Indeks viskositas mendefinisikan hubungan viskositas-suhu minyak pada skala tinggi dibandingkan dengan dua minyak standar. Salah satunya minyak standar memiliki



Gambar 2.14 Indeks Viskositas

Indeks viskositas 0, mewakili perubahan yang paling cepat viskositas dengan suhu biasanya ditemukan dengan minyak mineral. Minyak standar kedua memiliki viskositas indeks dari 100, yang mewakili perubahan terendah viskositas dengan suhu ditemukan dengan minyak mineral dengan tidak adanya aditif yang relevan.

SAE adalah Peringkat skala viskositas yang sangat luas digunakan dan direproduksi pada Tabel 2.4. Hal ini dimungkinkan untuk memenuhi minyak lebih dari satu rating. Kriteria indeks viskositas tinggi A minyak mineral dapat memenuhi 20W dan 30 dan kemudian akan disebut 20W / 30 multigrade oil.

Lebih umum, minyak VI ditingkatkan bisa memenuhi 20W dan 50 kriteria dan kemudian akan disebut 20W/50 minyak rangkap. Perhatikan bahwa pengukuran viskositas digunakan untuk menetapkan peringkat SAE dilakukan keluar pada laju geser yang rendah.

Tabel 2.4 Skala visksitas SAE

SAE no.	Maximum viscosity at -18°C , cP	Viscosity at 100°C , cSt	
		Minimum	Maximum
Engine oils			
5W	1 250	3.8	
10W	2 500	4.1	
20W†	10 000	5.6	
20	.....	5.6	<9.3
30	.....	9.3	<12.5
40	.....	12.5	<16.3
50	.....	16.3	<21.9
Gear oils			
75	3 250		
80	21 600		
90	.....	14	<25
140	.....	25	<43
250	.....	43	

Pelumasannya menghilang, dan minyak 20W/50 pada laju geser yang sangat tinggi dapat berperilaku sebagai minyak tipis dari a 20W, yaitu, sebuah 15W atau

bahkan 10W. Dalam prakteknya, ini mungkin tidak penting, karena dalam kecepatan tinggi bantalan viskositas mungkin akan tetap menghasilkan film minyak yang memadai ketebalan.

Secara teoritis indeks viskositas penting hanya di mana suhu yang signifikan variasi berlaku, tetapi sebenarnya ada kecenderungan untuk hanya menggunakan minyak viskositas indeks tinggi dalam pembuatan berkualitas tinggi pelumas. Akibatnya, indeks viskositas tinggi sering dianggap sebagai kriteria kualitas pelumas, bahkan di mana indeks viskositas seperti adalah sedikit atau tidak penting.

Sebelum kita meninggalkan subyek viskositas pelumas, mungkin beberapa unit viskositas usang harus disebutkan. Ini adalah viskositas *Saybolt (SUS)* di *North Amerika*, *Redwood viscosity* di *Inggris*, dan *Engler viscosity* di benua Eropa. Ketiga adalah utilitas praktis kecil, tapi sudah sangat luas digunakan, dan usaha keras telah dilakukan dengan standarisasi organisasi untuk bertahun-tahun untuk menggantikan mereka seluruhnya oleh viskositas kinematik (Sigley, 2008)

2.2.4 Pengujian Unjuk Kerja Mesin

2.2.4.1. Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan suatu mesin untuk melakukan kerja, torsi merupakan besaran turunan yang digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan oleh benda yang berputar pada porosnya. Torsi atau momen putar motor oleh (Arends & Berenschot, 1980) dirumuskan sebagai berikut:

$$T = F \times b \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

T = Torsi (N.m)

F = Gaya yang terukur pada *Dynamometer* (kgf)

b = Panjang langkah pada *Dynamometer* (m)

1kgf.m = 9,807 N.m = 7,233 lbf.ft

2.2.4.2. Daya

Daya merupakan besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu, didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan dengan persamaan:

$$Ne = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot T \cdot \frac{1}{75} [PS] \dots\dots\dots(2.2)$$

$$Ne = \frac{Tn}{716,2} [PS]$$

Keterangan:

- Ne = Daya poros (PS)
- n = Putaran Mesin (rpm)
- T = Torsi (N.m)
- 1PS = 0.9863 HP
- 1PS = 0,7355 kW

2.2.4.3. Konsumsi Bahan Bakar

Untuk mengetahui besarnya konsumsi bahan bakar dapat dicari dengan cara uji jalan yaitu dengan mengganti tangki motor dengan buret ukuran tertentu lalu buret diisi penuh dan digunakan untuk jalan hingga bahan bakar yang ada di dalam buret habis. Lalu dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Kbb = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

- Kbb = Konsumsi bahan bakar ($\frac{ml}{s}$)
- V = Volume bahan bakar (ml)
- t = Waktu tempuh (s)

