

BAB II

2.1. PELUMAS

Pada dunia otomotif efisiensi dan kinerja mesin kendaraan bermotor sangat dipengaruhi oleh kondisi dari minyak pelumas, minyak pelumas atau oli merupakan sejenis cairan kental yang berfungsi sebagai pelicin, pelindung, pembersih, dan juga untuk mencegah terjadinya benturan antar logam yang ada pada bagian dalam mesin seminimal mungkin.

Dan tidak semua jenis mesin pada kendaraan bermotor menggunakan minyak pelumas atau oli yang sama, maka dari itu kita harus bias mengetahui dan memilih oli yang tepat sebagai pelumas untuk motor atau mesin yang akan digunakan, karena setiap mesin kendaraan mempunyai spesifikasi yang berbeda-beda, dan jenis minyak pelumas pun berbeda-beda, tergantung pada kebutuhan kendaraan tersebut.

Untuk mendapatkan minyak pelumas yang sempurna, karakteristik dan jenis minyak pelumas oli yang digunakan harus diperhatikan. Faktor kekentalan atau viskositas, bahan dasar oli merupakan besaran yang harus disesuaikan dengan klasifikasi mesin. Dengan demikian jenis minyak pelumas yang sesuai dapat digunakan menurut tipe, performa, maupun kebutuhan penggunaannya.

Minyak pelumas mempunyai beberapa tipe yang berbeda, seperti :

- Minyak pelumas oli mineral (*Base Oli*)

- Minyak pelumas oli semi sintetik (*Synthetic Blend Oil*)
- Minyak pelumas oli full sintetik (*Full Synthetic Oil*)

Dan setiap minyak pelumas oli mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing, karena bahan material minyak pelumas oli berbeda-beda.

Oli mineral terbuat dari oli berbahan dasar (*base oil*) yang diambil dari minyak bumi yang telah diolah dan disempurnakan dan ditambah dengan zat - zat aditif yang berfungsi untuk meningkatkan kemampuan dan fungsi dari oli tersebut.

Oli semi sintetik atau *synthetic blend oil* adalah campuran antara oli mineral (minyak bumi) dengan oli sintetis. Oli mineral dan oli sintetis dicampur dengan persentase tertentu untuk meningkatkan kemampuan dari oli mineralnya. Dan untuk setiap produsen oli mempunyai kadar pencampuran yang berbeda-beda, rata-rata pencampurannya adalah oli mineral 70% dan oli sintetis 30%.

Oli full Sintetis biasanya terdiri atas *Polyalphaolifins* yang berasal dari bagian terbersih saat pemilahan oli mineral, yaitu gas. Senyawa ini kemudian dicampur dengan oli mineral. Inilah kenapa oli sintetis bisa dicampur dengan oli mineral dan juga sebaliknya. Basis yang paling stabil adalah *polyol-ester*, adalah salah satu zat yang paling sedikit bereaksi bila dicampur dengan bahan lain. Oli sintetis biasanya tidak mengandung bahan karbon reaktif, adalah senyawa yang sangat tidak bagus untuk oli karena cenderung bergabung dengan oksigen sehingga menghasilkan acid (asam).

Setiap oli mempunyai kadar kekentalan atau viskositas (*viscosity*), dan untuk setiap kendaraan menggunakan viskositasnya berbeda-beda. Kekentalan atau viskositas merupakan salah satu unsur kandungan oli paling rawan karena berhubungan dengan ketebalan oli atau seberapa besar resistensi atau ketahanannya untuk mengalir. Kekentalan oli langsung berkaitan dengan sejauh manakah oli berfungsi sebagai pelumas sekaligus pelindung benturan antar permukaan logam.

Oli harus mengalir ketika suhu mesin atau temperatur *ambient*. Mengalir secara cukup agar terjamin pasokannya ke setiap komponen-komponen yang bergerak. Semakin kental oli, maka lapisan yang ditimbulkan menjadi lebih kental. Lapisan halus pada oli kental memberi kemampuan lebih untuk membersihkan permukaan logam yang terlumasi. Sebaliknya oli yang terlalu tebal akan memberi resistensi atau ketahanan berlebih pada saat mengalirkan oli pada temperatur rendah sehingga mengganggu jalannya pelumasan ke komponen yang dibutuhkan.

Oleh karena itu, oli harus memiliki kekentalan lebih tepat pada temperatur tertinggi atau temperatur terendah ketika mesin dioperasikan. Dengan demikian, oli memiliki tingkatan (*grade*) tersendiri yang diatur oleh SAE (*Society of Automotive Engineers*) sebagai standarisasi. Berbeda nilai SAE maka berbeda pula tingkat kekentalannya.

SAE atau *Society of Automotive Engineers* adalah menentukan *fluiditas* pelumas pada temperatur rendah dan

temperatur tinggi. Pelumas akan berkerja secara efisien pada temperatur -30°c dan $\pm 40^{\circ}\text{c}$.

API (*American Petroleum Institute*) adalah yang mengklarifikasi pelumas berdasarkan beberapa kriteria seperti *detergensi*, ketahanan pemakaian, anti korosi serta menurut penggunaan dan kinerjanya. Yang menggunakan simbol huruf untuk membedakan kriteria pelumasnya seperti huruf S digunakan untuk pelumas berbahan bakar bensin, sedangkan huruf C untuk mesin berbahan bakar diesel. Semakin tinggi urutan huruf alpabetnya maka semakin tinggi kualitas minyak pelumasnya.

2.2. TENTANG SISTEM PELUMASAN

Sistem pelumasan berfungsi untuk menjaga komponen-komponen mesin yang bergerak agar tidak cepat aus karena gesekan yang terjadi pada setiap komponen agar bisa bertahan lebih lama. Dan sistem pelumasan juga membantu pendinginan pada mesin.

Sistem pelumasan pada mesin ada 2 langkah, yaitu pelumasan yang dicampur langsung dan pelumasan yang dilakukan terpisah.

Pelumasan yang di campur langsung itu dicampur dengan bensin. Sistem pelumasan ini dilakukan pada kendaraan bermotor model lama. Pelumasan secara langsung ini mempunyai kekurangan karena penggunaan minyak pelumas yang lebih boros.

Pelumasan terpisah. Pelumasan ini dilakukan dengan menggunakan tangki yang terpisah dan menggunakan pompa untuk menyalurkan pelumasan pada bagian-bagian mesin yang bergerak. Keuntungan menggunakan pelumasan secara terpisah adalah minyak pelumas oli yang digunakan bisa lebih hemat.

2.2.1. FUNGSI SISTEM PELUMAS

Fungsi sistem pelumas pada mesin sepeda motor mempunyai fungsi yaitu :

- Mengurangi gesekan
Mesin sepeda motor yang terdiri dari beberapa komponen, terdapat komponen yang diam dan ada yang bergerak. Gerakan komponen satu dengan yang lain akan menimbulkan gesekan, dan gesekan akan mengurangi tenaga, menimbulkan keausan, menghasilkan kotoran dan panas. Guna mengurangi gesekan maka antara bagian yang bergesekan dilapisi oli pelumas (*oil film*).
- Sebagai pendingin
Proses pembakaran di dalam silinder menghasilkan panas, demikian pula gesekan antar komponen, sistem pendingin membantu mengurangi panas yang terjadi dengan mengambil panas pada bagian yang dilewati dan mendinginkan pada bak engkol.
- Sebagai perapat
Piston dengan silinder mempunyai celah tertentu, pelumas membantu mengurangi kebocoran kompresi

maupun tekanan hasil pembakaran dengan membuat lapisan oli mengisi celah antara kedua bagian tersebut.

- 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.

- Sebagai pembersih

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

- 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

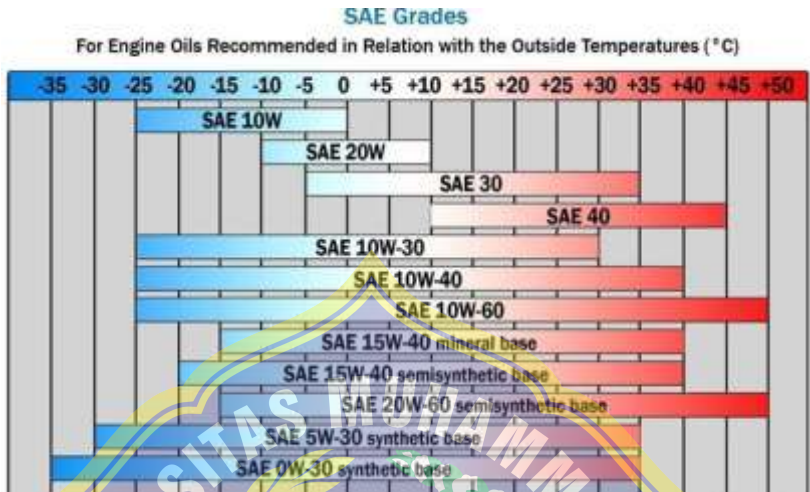
2.2.2. STANDARD KEKENTALAN

Pada dasarnya pelumas oli memiliki standard kekentalan atau viscosity dengan menggunakan standard internasional yang sudah sering kita dengar yaitu SAE atau ISO VG. Tingkat kekentalan atau viscosity merupakan standard seberapa hambatan cairan bisa mengalir, ini bisa berlaku untuk semua cairan. Satuan yang digunakan untuk mengukurnya

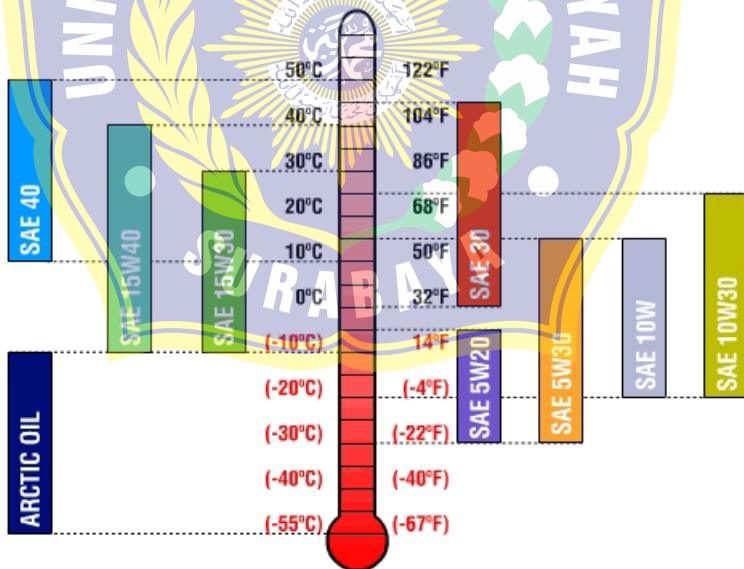
yaitu cSt (*CentiStoke*). Sebagai contoh bisa dibandingkan antara air dengan madu. Air memiliki viskositas = 1 cSt dan Madu memiliki viskositas = 500 cSt, itu artinya air dapat mengalir dengan lancar karena memiliki viskositas yang rendah, sedangkan madu mengalir sangat lambat karena memiliki tingkat viskositas yang cukup tinggi.



Gambar 2.1. Contoh gambar cairan yang memiliki viskositas tinggi dan viskositas rendah.



Gambar 2.2. Tingkatan oli SAE yang cocok digunakan berdasarkan panas suhu luar ruangan.



Gambar 2.3. Tingkatan kekentalan oli SAE berdasarkan suhu.

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa minyak pelumas tersebut cocok untuk iklim cuaca yang panas seperti Indonesia.

Engine oil SAE 10W-30			
Mineral based multigrade diesel engine oil			
Property	Value in metric unit		Value in US unit
Density at 60°F (15.6°C)	0.875 × 10 ³	kg/m ³	54.6 lb/ft ³
Kinematic viscosity at 104°F (40°C) / 100°F (38°C)	67.5	cSt	345 SSU
Kinematic viscosity at 212°F (100°C) / 210°F (99°C)	10.7	cSt	62.7 SSU
Viscosity index	140		140
CCS viscosity at -13°F (-23°C)	6000	cP	6000 cP
Flash point	210	°C	410 °F
Pour Point	-32	°C	-30 °F
Sulfated ash	1.2	%	1.2 %
Neutralization No. (TBN-E)	9		9
Color	3.5		3.5

Tabel 2.1 Spesifikasi standar minyak pelumas oleh SAE

Tingkat kekentalan sebuah cairan sangat berpengaruh pada temperature suhunya, maka dari itu diberikan standard pada suhu 40°C dan 100°C. Yang saat ini yang dijadikan acuan adalah 40°C untuk menentukan nilai dari kekentalan oli.

Menurut (Nurizati . 2011 . Rangkuman Fisika SMA . Jakarta : Gagas Media.) Viskositas dapat dinyatakan sebagai tahanan aliaran fluida yang merupakan gesekan antara molekul – molekul cairan satu dengan yang lain. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan – bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi.

Pada hukum aliran viskos, Newton menyatakan hubungan antara gaya – gaya mekanika dari suatu aliran viskos sebagai : Geseran dalam (viskositas) fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya. Hubungan tersebut berlaku untuk fluida Newtonian, dimana perbandingan antara tegangan geser (s) dengan kecepatan geser (g) nya konstan. Parameter inilah yang disebut dengan viskositas.

Pada awalnya standard yang digunakan adalah SAE (*Society of Automotive Engineers*) untuk oli gear & mesin, AGMA (*American Gear Manufacturers Association*) untuk oli gear. Namun saat tahun 1975 dibuat standard internasional, kumpulan dari *American Society for Testing and Materials* (ASTM), *Society for Tribologists and Lubrication Engineers* (STLE), *British Standards Institute* (BSI) dan *Deutsches Institute for Normung* (DIN) membuat kesepakatan bersama dengan satuan *International Standards Organization Viscosity Grade* yang disingkat ISOVG.

2.3. SIFAT PENTING PADA MINYAK PELUMAS OLI

Minyak pelumas oli mempunyai beberapa sifat penting untuk diketahui yaitu:

- Kekentalan/Viskositas
- Titik tuang
- Kelumasan
- Stabilitas
- Index kekentalan

- Bersifat pelumasan
- Bersifat mendinginkan
- Bersifat perapat
- Sebagai pembersih
- Sebagai penyerap getaran

2.4. JENIS MINYAK PELUMAS

2.4.1. Oli Mineral

Oli mineral terbuat dari oli berbahan dasar (base oil) yang diambil dari minyak bumi yang telah diolah dan disempurnakan dan ditambah dengan zat-zat aditif untuk meningkatkan kemampuan dan fungsinya.

Beberapa pakar mesin memberikan saran agar jika telah biasa menggunakan oli mineral selama bertahun-tahun maka jangan langsung menggantinya dengan oli sintetis dikarenakan oli sintetis umumnya mengikis deposit (sisa) yang ditinggalkan oli mineral sehingga deposit tadi terangkat dari tempatnya dan mengalir ke celah-celah mesin sehingga mengganggu pemakaian mesin.

2.4.2 Oli Sintetis (Sintetik)

Oli Sintetis biasanya terdiri atas *Polyalphaolifins* yang datang dari bagian terbersih dari pemilahan dari oli mineral, yakni gas. Senyawa ini kemudian dicampur

dengan oli mineral. Inilah mengapa oli sintetis bisa dicampur dengan oli mineral dan sebaliknya. Basis yang paling stabil adalah *polyol-ester* (bukan bahan baju polyester), yang paling sedikit bereaksi bila dicampur dengan bahan lain. Oli sintetis cenderung tidak mengandung bahan karbon reaktif, senyawa yang sangat tidak bagus untuk oli karena cenderung bergabung dengan oksigen sehingga menghasilkan *acid* (asam). Pada dasarnya, oli sintetis didesain untuk menghasilkan kinerja yang lebih efektif dibandingkan dengan oli mineral.

2.5. VISKOSITAS MINYAK PELUMAS OLI

Viskositas adalah istilah kekentalan pada oli dalam sistem pelumasan, Kekentalan merupakan salah satu unsur kandungan oli paling rawan karena berkaitan langsung dengan ketebalan oli atau seberapa besar resistensinya untuk mengalir, kekentalan oli langsung berkaitan dengan sejauh mana oli berfungsi sebagai pelumas sekaligus pelindung benturan antar permukaan logam pada saat komponen mesin bekerja.

2.6. PRINSIP KERJA PADA SEPEDA MOTOR MATIK

Prinsip kerja pada sepeda motor yang biasanya disebut dengan sepeda motor tipe skuter menggunakan sistem CVT (*continuous variable transmission*) sistem ini

tidak lagi menggunakan roda-roda gigi untuk melakukan pengaturan rasio transmisi melainkan menggunakan sabuk (*V-belt*) dan *pully variable* untuk memperoleh perbandingan gigi yang bervariasi, bagaimana kelebihan, konstruksi dan cara kerja pada motor matic tersebut.

Konstruksi dasar sistem CVT yang berbasisi *pully* pariable yang bekerja secara mekanis terdiri dari beberapa komponen yaitu :

- Sabuk (*v-belt*) dari bahan karet
- Pulley primer (*drive pulley*)
- Pulley skunder (*driven pulley*)



Gambar 2.4. Prinsip Kerja Motor Automatic

Konstruksi CVT yang terdiri atas 2 buah pulley pariable yang diposisikan pada jarak yang tertentu dan keduanya yang dihubungkan dengan sabuk (*v-belt*), masing-masing pulley

terdiri atas dua bagian yang berbentuk kerucut yang belakangnya dilekatkan satu samalannya, pulley yang biasanya digunakan adalah pulley variable. Yang dimana salah satu bagian pulley dapat bergeser mendekati ataupun menjauhi bagian pulley yang lainnya.

Hal tersebut disebabkan pada komponen pulley yang terdapat mekanisme centrifugal dengan pegas yang berbalik yang dimana dapat mengatur pergeseran masing-masing bagian pulley secara kontinu berdasarkan tinggi rendahnya putaran mesin.

2.7. SPESIFIKASI MOTOR HONDA BEAT

Sepeda Motor yang digunakan untuk analisa adalah motor Honda beat dengan kapasitas mesin 109cc, yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

DATA SPESIFIKASI MOTOR HONDA BEAT 109cc

Tipe mesin	4 Langkah, SOHC dengan Pendinginan Udara, eSP
Volume langkah	108,2 cc
Sistem suplai bahan bakar	Injeksi (PGM-FI)
Diameter x langkah	50 x 55,1 mm

Tipe tranmisi	Otomatis, V-Matic
Rasio kompresi	9,5 : 1
Daya maksimum	6,38 KW (8,68 PS)/7.500 rpm
Torsi maksimum	9,01 N.m (0,92 kgf.m)/6.500 rpm
Tipe starter	ACG Starter, Pedal & Elektrik
Tipe kopling	Otomatis, Sentrifugal, Tipe Kering
Tipe rangka	Tulang Punggung
Tipe suspensi depan	Teleskopik
Tipe suspensi belakang	Lengan Ayun dengan Peredam Kejut Tunggal
Ukuran ban depan	80/90 - 14 M/C 40P - Tubeless
Ukuran ban belakang	90/90 - 14 M/C 46P - Tubeless
Rem depan	Cakram Hidrolik dengan Piston Tunggal
Rem belakang	Tromol
Sistem pengereman	Standar (Tipe CW), Combi Brake System (Tipe CBS dan CBS-ISS)
Panjang x lebar x tinggi	1.856 x 666 x 1.068 mm

Tinggi tempat duduk	740 mm
Jarak sumbu roda	1.256 mm
Jarak terendah ke tanah	146 mm
Curb weight	92kg (Tipe CW), 93kg (Tipe CBS dan CBS-ISS)
Kapasitas tangki bahan bakar	4,0 liter
Kapasitas minyak pelumas	0,7 liter pada Penggantian Periodik
Tipe baterai atau aki	Baterai 12V-3Ah, Tipe MF (Tipe CW dan CBS), Baterai 12V-5Ah, Tipe MF (Tipe CBS-ISS)
Sistem pengapian	Full Transisterized, Baterai
Tipe busi	NGK MR9C-9N/DENSO U27EPR9-N9



Gambar 2.5. Sepeda motor merek Honda tipe Beat 109cc

2.8. PENGUKURAN VISKOSITAS MINYAK PELUMAS DENGAN UJI LABORATORIUM

Pengukuran viskositas dengan uji laboratorium agar bisa mendapatkan hasil uji lab yang lebih spesifik dan akurat terhadap perubahan viskositas minyak pelumas.

2.9. HUKUM DAN RUMUS

Dalam setiap ukuran tentang viskositas ada hukum dan rumus yang biasa digunakan, seperti :

2.9.1. Hukum Archimedes

Hukum Archimedes adalah hukum yang menyatakan bahwa setiap benda yang tercelup baik keseluruhan maupun sebagian dalam fluida, maka benda tersebut akan menerima dorongan gaya ke atas (atau gaya apung). Besarnya gaya apung yang diterima, nilainya sama dengan berat air yang dipindahkan oleh benda tersebut (berat = massa benda x percepatan gravitasi) dan memiliki arah gaya yang bertolak belakang (arah gaya berat kebawah, arah gaya apung ke atas).

Sesuai dengan bunyi hukum Archimedes di atas, maka besarnya gaya apung (**B**) dapat dihitung dengan rumus hukum archimedes:

$$B = \rho_{air} \times g \times V_{air\ yang\ dipindahkan}$$

Dimana ρ_{air} adalah massa jenis air, g adalah gravitasi bumi (10 m/s^2), $V_{air\ yang\ dipindahkan}$ adalah volume air yang dipindahkan oleh benda yang tercelup $V_{air\ yang\ dipindahkan}$.

Besarnya gaya apung (**B**), dapat pula langsung dicari dengan formula berikut:

$$B = m_{air\ yang\ dipindahkan} \times g$$

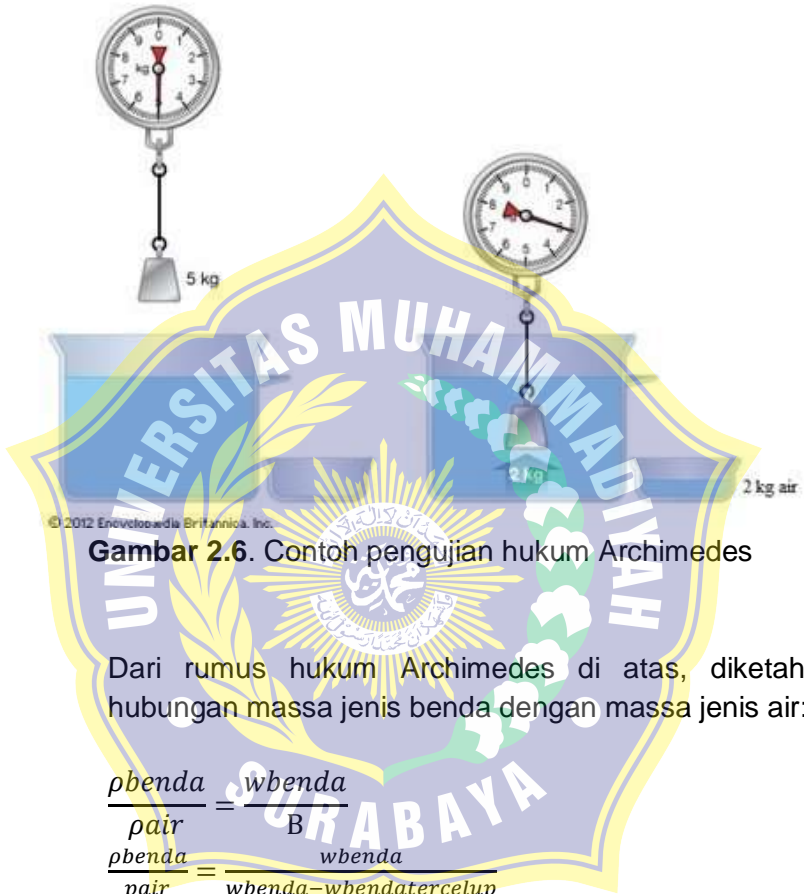
$$B = W_{air\ yang\ dipindahkan}$$

Dimana, $B = m^{\text{air yang dipindahkan}}$ adalah berat air yang dipindahkan benda yang tercelup. Berarti, semakin banyak volume yang tercelup atau semakin banyak air yang dipindahkan, maka benda akan mendapat gaya apung yang semakin besar. Untuk benda yang tercelup seluruhnya, hukum Archimedes dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$w^{\text{benda tercelup}} = w^{\text{benda}} - w^{\text{air yang dipindahkan}}$$
$$B = w^{\text{benda}} - w^{\text{benda tercelup}}$$

Dimana w merupakan berat (berat = massa x percepatan gravitasi). Perhatikan gambar dibawah, pada saat ditimbang, benda memiliki massa sebesar 5 kg. Kemudian, benda tersebut dicelupkan ke air seluruhnya sehingga memindahkan air sebanyak 2 kg. Maka, berat benda yang tercelup akan berubah menjadi: 50 Newton – 20 Newton = 30 Newton. Jadi, pada saat benda tercelup di air, massa benda akan menjadi lebih ringan akibat gaya apung yang diterima benda. Itulah mengapa pada saat kita berenang, badan kita terasa lebih ringan didalam air dibanding di luar air.

Prinsip Archimedes



Gambar 2.6. Contoh pengujian hukum Archimedes

Dari rumus hukum Archimedes di atas, diketahui hubungan massa jenis benda dengan massa jenis air:

$$\frac{\rho_{\text{benda}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{w_{\text{benda}}}{B}$$

$$\frac{\rho_{\text{benda}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{w_{\text{benda}}}{w_{\text{benda}} - w_{\text{benda tercelup}}}$$

Atau, dapat pula dirumuskan menjadi:

$$\frac{\rho_{\text{benda}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{V_{\text{air yang dipindah}}}{V_{\text{benda}}}$$

2.9.2. Hukum Stokes

Gaya gesek antara permukaan benda padat yang bergerak dengan fluida akan sebanding dengan kecepatan relatif gerak benda ini terhadap fluida. Hambatan gerak benda di dalam fluida disebabkan oleh gaya gesek antara bagian fluida yang melekat ke permukaan benda dengan bagian fluida di sebelahnya. Gaya gesek itu sebanding dengan koefisien viskositas (η) fluida. Menurut Stokes, gaya gesek adalah:

$$F_s = 6 \pi r \eta v$$

Keterangan:

F_s : gaya gesek (N)

r : jari-jari benda (m)

v : kecepatan jatuh dalam fluida (m/s)

Persamaan di atas dikenal sebagai hukum Stokes. Penentuan η dengan menggunakan hukum Stokes dapat dilakukan dengan percobaan kelereng jatuh. Sewaktu kelereng dijatuhkan ke dalam bejana kaca yang berisi cairan yang hendak ditentukan koefisien viskositasnya, kecepatan kelereng semakin lama semakin cepat. Sesuai dengan hukum Stokes, makin cepat gerakannya, makin besar gaya geseknya. Hal ini menyebabkan gaya berat kelereng tepat setimbang dengan gaya gesek dan kelereng jatuh dengan kecepatan tetap sebesar v sehingga berlaku persamaan:

$$w = F_{sw}$$

$$m.g = 6 \pi r \eta v$$

2.10. INDEKS VISKOSITAS

Nilai viskositas suatu pelumas dipengaruhi oleh panas atau suhu, semakin tinggi suhu pelumas maka viskositas pelumas akan semakin menurun, dengan mengetahui hal tersebut, maka kenaikan suhu yang tinggi sebaiknya dihindari.

Hal itu juga dipengaruhi dari sifat fisika dan sifat kimia cairan atau fluida tersebut, karena ada pula yang ketika fluida tersebut terkena temperature tinggi akan semakin mengental dan ada juga yang semakin encer

Dengan berubahnya nilai viskositas pada suhu tinggi atau suhu tertentu, maka ada istilah "Index Viskositas". Dari hal itulah maka untuk memilih pelumas untuk sebuah mesin tidak bisa sembarangan dan harus di sesuaikan dengan mesin tersebut.