

Pelumas Untuk Motor Diesel

Oleh :

Ir. Pallawagau La Puppung

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini harga bahan bakar motor diesel lebih murah dari pada motor bensin. Selanjutnya bahan bakar motor diesel mempunyai berat jenis yang lebih tinggi dari pada bahan bakar bensin, dan umumnya bahan bakar dijual dalam satuan volume, sehingga jumlah kilogram per liter yang diperoleh pada pembelian bahan bakar diesel lebih banyak dari pada bahan bakar bensin. Walaupun bahan bakar motor diesel (Gas oil) nilai kalorinya (kilokalori per kilogram) lebih rendah dari pada bahan bakar motor bensin, tetapi harga per kilokalori lebih rendah disebabkan oleh jumlah kilogram per liternya lebih banyak. Disebabkan oleh kenyataan ini, ditambah dengan efisiensi termis yang dapat diperoleh lebih tinggi dari pada motor bensin, membuat jenis pembangkit tenaga ini menarik untuk berbagai pemakaian. Baik untuk kebutuhan automotif maupun stasioner.

Efisiensi termis motor diesel adalah antara 37 – 56%, sedang efisiensi termis motor bensin berkisar antara 25 – 32%.

Perkembangan di dalam disain motor diesel, misalnya penggunaan *supercharger* yang memberikan daya lebih tinggi tanpa memperbesar ukuran motor, telah memberikan suatu petunjuk betapa pentingnya pemakaian minyak pelumas motor dari kualitas yang baik. Masalah lain adalah kecenderungan penggunaan bahan bakar residu untuk motor diesel putaran rendah, telah membuat pemilihan minyak pelumas sangat penting. Di sini diperlukan minyak pelumas campuran khusus, sebab kemungkinan besar adanya korosi yang disebabkan oleh kandungan sulfur yang tinggi pada bahan bakar.

II. DASAR-DASAR MOTOR DIESEL

A. Bagian-bagian Penting

Motor diesel adalah sama dengan motor bensin dalam konstruksi dan sebagian besar komponennya,

bagian-bagian yang penting terdiri dari :

- 1) Bagian-bagian stasioner: silinder, karter dan lain-lain.
- 2) Bagian-bagian bergerak: piston, batang penghubung, katup-katup dan mekanismenya.
- 3) Sistem bahan bakar, sistem pendingin dan sistem pelumasan.

Perbedaannya dengan motor bensin adalah "pembakaran pada motor diesel tidak memerlukan percikan bunga api (busi)". Campuran bahan bakar minyak dengan udara dinyalakan oleh panas dari udara tekan di dalam silinder motor.

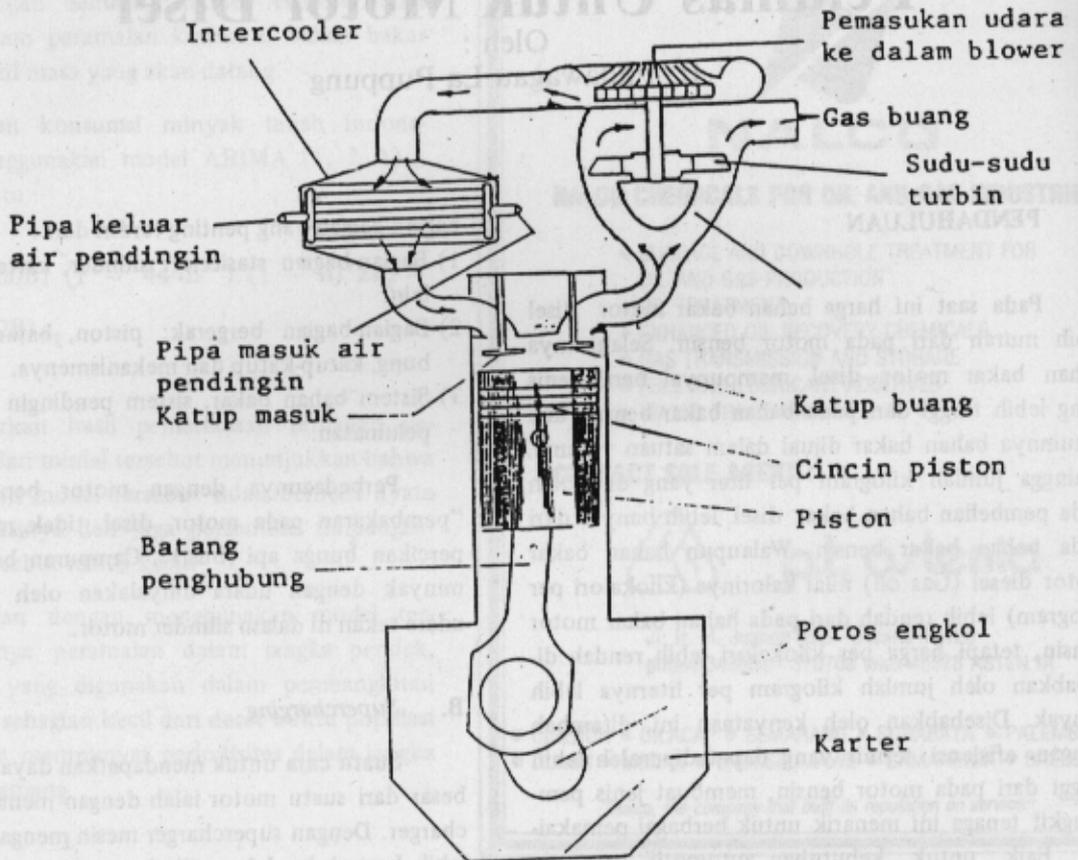
B. *Supercharging*

Suatu cara untuk mendapatkan daya yang lebih besar dari suatu motor ialah dengan memakai *supercharger*. Dengan *supercharger* mesin mengambil udara lebih banyak ke dalam silinder, yang memungkinkan lebih banyak bahan bakar yang dibakar per silinder. Dengan demikian menghasilkan kenaikan daya.

Berbagai metoda *supercharging* yang dipergunakan, tetapi yang populer ialah *turbo-blower* (turbo *supercharger*) yang digerakkan oleh gas buang motor. Pada Gambar 1 ditunjukkan sebuah skema turbo *supercharged* motor diesel empat langkah.

Supercharging dengan turbo-blower biasanya disertai dengan perubahan *valve timing*, memberikan overlap katup yang lebih besar (sampai 140°) dan dengan demikian memungkinkan udara yang masuk menyapu seluruh silinder dan ke luar melalui katup buang, dengan demikian mengeluarkan seluruh gas hasil pembakaran dari siklus sebelumnya, dan juga mendinginkan piston crown dan katup buang.

Pada putaran dan daya yang sama motor memakai *supercharger* lebih kecil dari pada motor tanpa *supercharger*. Penurunan ukuran dapat dengan memperbesar pengambilan udara atau dengan menaikkan putaran. Pada Gambar 2 ditunjukkan perbedaan karakteristik sebuah motor diesel empat langkah pada berbagai versi; mesin dengan *supercharger* dan tanpa



Gambar 1 :

Skema turbo supercharged motor 'diesel' empat langkah.

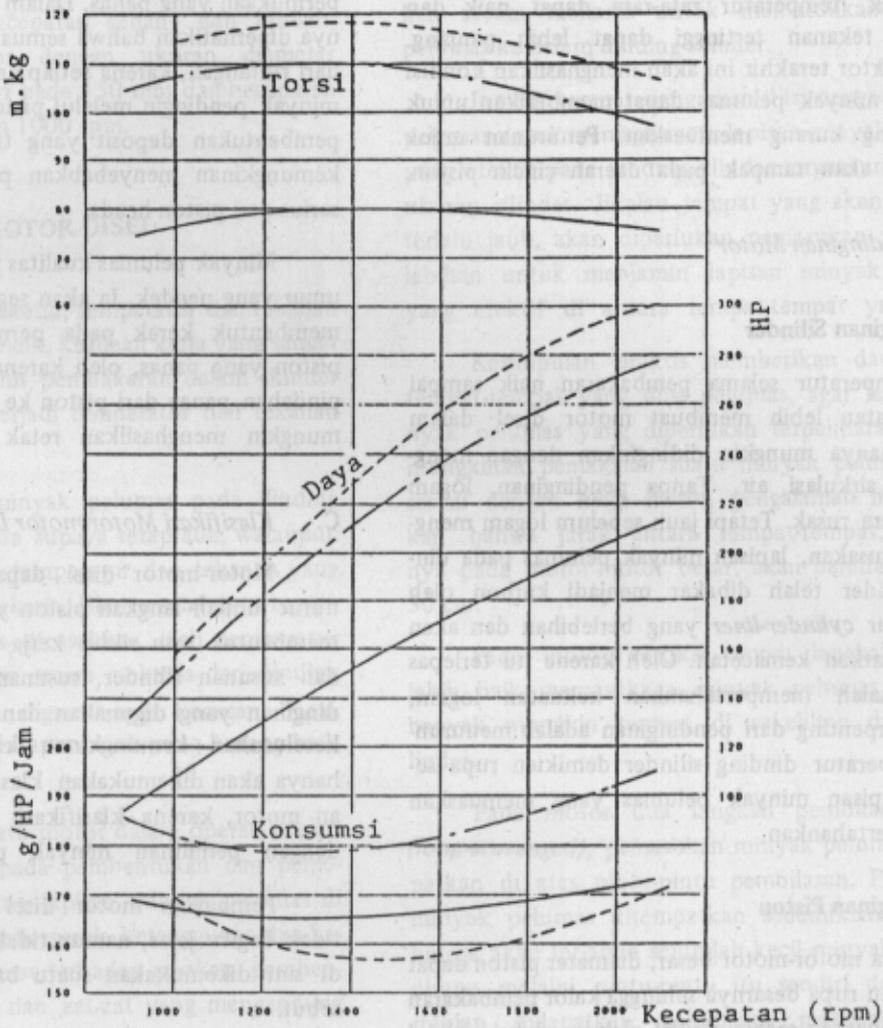


KERR-McGEE OF INDONESIA INC

WISMA KOSGORO FLOOR 12A JL. THAMRIN 83 - JAKARTA 10380

TELP - 326208 (DIRECT) 321808 - EXT 347/348

P.O. BOX 8/ JKWK - TELEX 46104 KERMAC IA



Gambar 2 :

Karakteristik sebuah motor disel 4 langkah 6 silinder
(Diameter : 130 mm, Langkah: 152 mm) pada berbagai versi.

- Tanpa Supercharger
- - - Dengan Supercharger mekanis
- . - Dengan turbo Supercharger

supercharger, supercharger yang digerakkan secara mekanis dan supercharged dengan turbo supercharger.

Bagaimanapun kondisi pelumasan cenderung lebih berat pada motor yang memakai supercharger, karena temperatur dan tekanan di dalam silinder akan naik, temperatur rata-rata dapat naik dan lamanya tekanan tertinggi dapat lebih panjang. Kedua faktor terakhir ini akan menghasilkan kondisi di mana minyak pelumas dapat memberikan unjuk kerja yang kurang memuaskan. Penurunan unjuk kerja ini akan tampak pada daerah cincin piston.

B. Pendinginan Motor

1. Pendinginan Silinder

Temperatur selama pembakaran naik sampai 1650°C atau lebih membuat motor disel dalam operasi hanya mungkin didinginkan dengan menggunakan sirkulasi air. Tanpa pendinginan, logam akan segera rusak. Tetapi jauh sebelum logam mengalami kerusakan, lapisan minyak pelumas pada dinding silinder telah dibakar menjadi karbon oleh temperatur *cylinder-liner* yang berlebihan dan akan mengakibatkan kemacetan. Oleh karena itu terlepas dari masalah mempertahankan kekuatan logam, tujuan terpenting dari pendinginan adalah menurunkan temperatur dinding silinder demikian rupa sehingga lapisan minyak pelumas yang memuaskan dapat dipertahankan.

2. Pendinginan Piston

Pada motor-motor besar, diameter piston dapat sedemikian rupa besarnya sehingga kalor pembakaran tidak disebarkan secara efektif oleh konduksi melalui logam, oleh karena itu pendinginan dilakukan oleh sirkulasi minyak pelumas melalui *piston heads*.

Dari segi pelumasan, piston adalah bagian vital dari motor penyalaan kompresi. Oleh karena pentingnya, maka dilengkapi dengan peralatan pendinginan yang efektif, dan jumlah minyak pendingin melalui piston diatur sebaik-baiknya sesuai dengan daya yang dibangkitkan di dalam silinder. Medium pendingin disampaikan ke piston dengan memakai *telescopic pipes, swing elbow pipes* atau melalui batang penghubung.

Pada motor-motor yang memakai minyak pelumas untuk pendingin piston dan untuk pelumasan

bantalan, dapat dilaksanakan oleh minyak pelumas yang sama dari sistem pelumasan mesin.

Jikalau piston didinginkan dengan minyak pelumas, adalah penting bahwa sejumlah besar minyak pelumas disuplai secara efektif ke permukaan-permukaan yang panas. Dalam pemeliharaan hendaknya diperhatikan bahwa semua saluran minyak bebas dari rintangan, karena setiap halangan terhadap aliran minyak pendingin melalui piston akan menyebabkan pembentukan deposit yang tidak didinginkan dan kemungkinan menyebabkan panas berlebihan yang serius dari piston heads.

Minyak pelumas kualitas jelek akan mempunyai umur yang pendek. Ia akan segera menjadi arang dan membentuk kerak pada permukaan bagian dalam piston yang panas, oleh karena itu menghalangi perpindahan panas dari piston ke minyak pelumas yang mungkin menghasilkan retak pada *piston crown*.

C. Klasifikasi Motor-motor Disel

Motor-motor disel dapat diklasifikasikan menurut jumlah langkah piston yang diperlukan untuk membentuk satu siklus kerja yang lengkap, jumlah dan susunan silinder, susunan katup, metoda pendinginan yang digunakan dan putaran motor. Dari keseluruhan kemungkinan klasifikasi ini, di sini hanya akan dikemukakan klasifikasi menurut putaran motor, karena klasifikasi ini erat hubungannya dengan pemilihan minyak pelumas yang sesuai.

Pembagian motor disel menurut kecepatan tidak begitu jelas, namun tidak ada salahnya apabila di sini dikemukakan suatu batasan pembagian tersebut.

Motor-motor disel dapat diklasifikasikan atas tiga kelompok dan mempunyai karakteristik kecepatan poros engkol dan piston rata-rata sebagai berikut :

- Motor disel kecepatan rendah :
 - . putaran = 100 - 400 rotasi per menit (rpm)
 - . kecepatan piston rata-rata = 3,5 - 4 m/detik
- Motor disel kecepatan sedang :
 - . putaran = 400 - 1000 rpm
 - . kecepatan piston rata-rata = 5,5 - 8,5 m/detik
- Motor disel kecepatan tinggi :
 - . putaran = 1000 - ke atas rpm

kecepatan piston
rata-rata = 8,5 – 12 m/detik.

Motor-motor disel kecil kecepatan tinggi, meliputi motor-motor dengan ukuran diameter silinder kurang dari 150 mm dan kecepatan lebih tinggi dari pada 1000 rpm.

Motor-motor kecepatan sedang dan rendah, meliputi motor-motor dengan ukuran diameter silinder lebih besar dari pada 150 mm dan kecepatan dari 100 sampai dengan 1000 rpm.

III. PELUMASAN MOTOR DIESEL

Selama motor bekerja, temperatur dan tekanan di dalam silinder akan naik, keadaan kerja yang sangat kritis adalah pada akhir pembakaran dalam silinder sebab pada saat ini terjadi temperatur dan tekanan maksimum.

Suatu lapisan minyak pelumas pada dinding silinder harus dipelihara supaya tetap ada, walaupun keadaan buruk akibat temperatur dan tekanan yang tinggi selama motor bekerja. Jikalau salah satu bagian dari minyak pelumas dirusakkan oleh temperatur yang tinggi atau disapu secara mekanis dari dinding silinder, harus segera diganti agar keausan linear yang berlebihan dan perapat torak yang kurang baik dapat tercegah.

Keberhasilan suatu motor dalam operasi adalah sangat bergantung kepada pembentukan dan pemeliharaan yang sempurna lapisan minyak pelumas di antara dua bagian yang bergerak, ketangguhan dan ketahanan minyak pelumas terhadap gesekan, pembentukan lumpur, getah dan zat-zat yang mengandung karbon. Di sini lapisan minyak pelumas yang diperlukan tidak hanya untuk mencegah keausan, tetapi juga untuk membuat *blow-by* sekecil mungkin.

Pelumasan motor disel terbagi atas dua bagian utama, yaitu pelumasan silinder dan pelumasan bantalan.

A. Pelumasan Silinder

Motor disel dilumasi dengan salah satu dari tiga metoda atau kadang-kadang kombinasi dua dari metoda tersebut di bawah ini :

- pemasukan minyak pelumas dengan tekanan yang digerakkan secara mekanis

- pelumasan minyak pelumas dari sistem sirkulasi motor
- dengan percikan ke atas dinding silinder oleh bagian-bagian yang berputar.

Kebanyakan motor memakai metoda pemasukan minyak pelumas dengan tekanan yang digerakkan secara mekanis untuk memasukkan minyak pelumas ke dalam dinding silinder.

Jumlah tempat yang akan diisi dengan minyak pelumas untuk menjaga suatu lapisan minyak pelumas yang efektif pada dinding silinder tergantung kepada ukuran silinder. Jikalau tempat yang akan dilumasi terlalu jauh, akan diperlukan pemasukan yang berlebihan untuk menjamin lapisan minyak pelumas yang efektif di antara tempat-tempat yang diisi.

Kesimpulan praktis memberikan dari jumlah tempat-tempat yang diisi pelumas, agar lapisan minyak pelumas yang diperlukan terpelihara dan kemungkinan pemakaian suatu minyak pelumas yang sesuai dengan kerja mesin, pengalaman menunjukkan bahwa jarak antara tempat-tempat, khususnya pada motor-motor besar, akan berada kira-kira 30 cm.

Pada motor vertikal empat langkah praktis lebih baik memasukkan minyak pelumas pada sebanyak mungkin tempat di sekeliling dinding silinder.

Pada motor dua langkah pembilasan balik (*loop-scavenged*), pemasukan minyak pelumas ditempatkan di atas pintu-pintu pembilasan. Pemasukan minyak pelumas ditempatkan sedemikian rupa sehingga akan terjamin sejumlah kecil minyak pelumas disapu melalui pintu-pintu itu sendiri dengan demikian didapatkan pelumasan maksimum pada kisi-kisi pintu dengan konsumsi minyak pelumas yang paling rendah.

Motor-motor ukuran kecil horisontal umumnya mempunyai satu pemasukan minyak pelumas yang biasanya ditempatkan pada *top* dari setiap silinder. Motor-motor besar biasanya mempunyai tiga pemasukan pada masing-masing silinder, pemasukan minyak pelumas ditempatkan sedemikian rupa sehingga minyak pelumas dimasukkan ke dalam silinder antara cincin piston pertama dan kedua ketika engkol berada pada posisi titik mati luar.

Agar pelumasan yang efisien terjamin dan untuk menghindari pembentukan endapan (*deposit*)

yang tidak perlu akibat pelumasan yang berlebihan, adalah penting bahwa pemasukan minyak pelumas ke dalam silinder jumlahnya diatur secara seksama. Pelumasan mekanis telah direncanakan untuk mendapatkan kebutuhan minyak pelumas silinder yang tepat, sehingga pelumasan mekanis ini cocok untuk semua jenis motor disel.

Pada beberapa motor putaran tinggi baik silinder maupun bantalan jalan hanya dilumasi oleh percikan minyak pelumas. Pada kejadian ini bantalan jalan mencelup ke dalam tempat minyak pelumas dan memercikkan minyak pelumas ke atas dinding silinder dan bagian-bagian bergerak lainnya. Kriteria pengontrolan jumlah pemasukan minyak pelumas hanyalah permukaan minyak pelumas di dalam karter.

Beberapa persyaratan yang diperlukan oleh minyak pelumas silinder adalah sebagai berikut :

1. Tahan terhadap oksidasi dan pembentukan karbon

Di dalam silinder minyak pelumas disebarkan dalam lapisan tipis di atas logam yang mempunyai temperatur yang tinggi, di mana terdapat gas-gas panas yang meliputi kelebihan udara yang melebihi keperluan teoritis untuk pembakaran sempurna bahan bakar. Di sini akan terjadi kondisi oksidasi yang sangat berat dan terjadi pembentukan karbon. Lapisan minyak pelumas menjadi terkontaminasi oleh produk-produk pembakaran tidak sempurna - khususnya lumpur, yang akan terbentuk di bawah kondisi temperatur yang tinggi dan tersedianya oksigen terbatas secara lokal. Namun akumulasi dari pembentukan turunan bahan bakar adalah merupakan penyebab secara normal dari gangguan jika pembentukan deposit berlangsung secara berlebihan. Untuk ini diperlukan minyak pelumas yang memiliki sifat stabilitas oksidasi (*oxidation stability*) yang tinggi, dengan demikian kontribusinya terhadap pembentukan deposit akan menjadi sekecil mungkin.

Persyaratan selanjutnya ialah ketika minyak pelumas terbakar hendaknya karbon keras yang terbentuk sekecil mungkin. Setiap karbon yang dibentuk oleh minyak pelumas akan lebih baik dari jenis yang lunak, dengan demikian tidak menyebabkan abrasi, dan tidak melekat, sehingga sebagian besar akan terbang bersama gas buang. Sebagai suatu gambaran bandingkan dua minyak pelumas yang sama jenisnya,

dari straight mineral grades, minyak dengan viskositas tinggi secara umum cenderung membentuk karbon keras yang lebih banyak dari pada minyak dengan viskositas yang lebih rendah.

2. Mencegah pembentukan deposit dan korosi

Minyak pelumas yang memiliki sifat *detergency* adalah menguntungkan sebagai minyak pelumas silinder. Dengan *detergency* di sini berarti kemampuan dari minyak pelumas untuk menjaga kotoran-kotoran tetap melayang (*suspension*), yang jika tidak akan tetap diam dan membentuk deposit.

Minyak pelumas ditingkatkan sedemikian rupa dengan kandungan *additif detergent/dispersant* yang sama baiknya dengan *additif anti oxidant*, yang terutama dikembangkan untuk memenuhi kondisi operasi pada motor kecepatan tinggi. Pada beberapa mesin *additif detergent* sanggup menghasilkan perkembangan nyata secara umum pada kebersihan mesin, khususnya pada silinder dan piston. Pada motor dengan pelumas silinder yang terpisah, jumlah minyak pelumas yang disuplai ke dalam silinder relatif kecil, dan efek yang menguntungkan dari *detergency* adalah lebih kecil dari pada jika permukaan logam diperciki secara bebas dengan minyak pelumas yang berlimpah. Yang penting adalah unsur pembentuk deposit dijaga sejauh mungkin tetap melayang dalam minyak pelumas, dengan demikian dapat dibawa ke ruang bakar dan dibakar di sana, atau dibawa ke luar dari silinder pada waktu penggantian minyak pelumas.

Lebih jauh didapatkan indikasi bahwa minyak pelumas dengan *detergent* dapat mengurangi keausan silinder dan pembentukan deposit, walaupun pada kondisi suplai minyak pelumas yang terbatas. *Additif* pada beberapa minyak pelumas tidak hanya bertujuan untuk mengurangi pembentukan deposit, tetapi juga memperlambat pembentukan dari hasil-hasil oksidasi. Sebagai tambahan, minyak tersebut sanggup menetralsir asam-asam korosif yang berasal dari bahan bakar.

3. Viskositas

Suatu minyak pelumas silinder harus memiliki viskositas yang sesuai dengan kondisi operasi motor. Minyak pelumas yang mempunyai viskositas terlalu

tinggi atau terlalu berat mempunyai gesekan fluida yang tinggi, bisa tidak menyebar secara baik dan cepat untuk membentuk lapisan minyak pelumas yang berkesinambungan, ini akan menghasilkan dinding silinder tetap kering dan menimbulkan keausan yang berat.

Minyak pelumas ringan dapat menyebar secara mudah dan cepat, tetapi minyak pelumas yang terlalu ringan tidak akan tahan terhadap kerusakan lapisan minyak pelumas dan mengakibatkan keausan pada piston dan silinder.

Oleh karena itu pemakaian minyak pelumas hendaknya tidak lebih tinggi dari viskositas yang diperlukan.

B. Pelumasan Bantalan

Bantalan-bantalan pada ujung besar dan ujung kecil dari batang penghubung biasanya disuplai minyak pelumas dari bantalan utama melalui lubang kecil di dalam poros engkol dan batang penghubung. Cabang-cabang saluran dapat juga diambil untuk bantalan-bantalan *nocken as*, *timing gear* dan *valve gear*. Dengan cara ini bantalan-bantalan setiap waktu dibanjiri minyak pelumas, jadi menjamin pembentukan dan tetap memelihara suatu lapisan minyak pelumas yang sempurna. Pemakaian cara ini memberikan manfaat yang berlipat ganda karena minyak pelumas ini secara efektif mendinginkan semua bagian yang bergerak.

Beberapa persyaratan dari minyak pelumas bantalan motor disel adalah memenuhi syarat sebagai minyak pelumas secara umum ditambah persyaratan-persyaratan lainnya seperti stabilitas oksidasi, *demulsibilitas* dan *viskositas* yang sesuai.

1. Stabilitas oksidasi

Minyak pelumas yang ke luar melalui ujung-ujung bantalan dilemparkan ke karter oleh bagian-bagian yang berputar dan terpecah menjadi butir-butir halus atau kabut. Ini membuka luas permukaan minyak pelumas yang menerima oksigen di dalam karter yang panas. Telah menjadi ketentuan bahwa setiap 18°F kenaikan temperatur di atas 180°F tingkat oksidasi minyak pelumas akan berlipat ganda.

Pada motor disel di mana silinder terbuka terhadap karter, maka sebagian dari minyak pelumas yang ke luar dari bantalan dilemparkan ke sisi bawah

piston dan dinding silinder dan dipanaskan oleh persentuhannya dengan permukaan-permukaan yang panas ini. Minyak pelumas ini ke luar dari piston dan dinding silinder cenderung menaikkan temperatur minyak pelumas. Lagi pula minyak pelumas yang mengadakan kontak dengan bagian panas dari piston dan dinding silinder dihadapkan kepada kondisi oksidasi yang berat. Hasil-hasil oksidasi dapat terbentuk baik yang jatuh ke dalam karter bersama-sama dengan minyak pelumas atau menyebabkan deposit pada permukaan bawah piston. Pada motor-motor yang memakai kepala silang (*cross head type engines*) minyak karter lebih sedikit yang datang kontak dengan permukaan-permukaan yang panas ini dan akibatnya tendensi oksidasi kurang berat.

Pada motor-motor di mana sirkulasi minyak pelumas juga digunakan untuk mendinginkan piston, minyak pelumas kontak dengan bagian bawah piston crown yang panasnya berlebihan. Minyak pelumas benar-benar harus tahan oksidasi pada temperatur yang tinggi ini, dengan kata lain pembentukan deposit pada tempat ini akan menghalangi pendinginan yang efektif dan menghasilkan tegangan panas (*heat stress*) yang dapat menyebabkan piston pecah.

Jika suatu minyak pelumas tidak mampu menahan oksidasi dan pengaruh yang buruk di dalam karter motor, oksidasi hidrokarbon yang cepat akhirnya menghasilkan pembentukan lekatan material atau lumpur. Deposit ini terkumpul dan dengan demikian menjadi sumber bahaya yang mengancam. Kehadirannya dapat tidak tampak hingga tiba-tiba minyak pelumas terhalang atau terhenti ke bantalan dan memberikan akibat yang fatal.

2. Demulsibilitas

Air dapat bertambah banyak ke dalam minyak pelumas di dalam karter melalui sejumlah retak-retak pada mantel silinder atau pendingin minyak pelumas (*oil cooler*) dan kadang-kadang sejumlah kecil uap air dapat mengembun di dalam karter jikalau motor menjadi dingin setelah berhenti. Sumber air lainnya ialah pembakaran benar-benar dari bahan bakar minyak itu sendiri. Bahan bakar minyak yang terbakar menghasilkan air yang kebanyakan dibuang ke luar bersama gas buang pada langkah pembuangan dalam bentuk uap. Selama periode *start* ketika dinding silinder dingin dan juga di bawah kondisi beban ringan sejumlah kecil uap air masuk ke dalam karter dari silinder bersama gas blow-by.

Dari kenyataan di atas, maka minyak pelumas yang digunakan harus memiliki demulsibilitas yang baik, sanggup dipisahkan dari air atau akan mempermudah pembentukan emulsi dan lumpur.

3. Viskositas

Pembentukan lapisan minyak pelumas yang efektif tidak hanya bergantung kepada kemampuan minyak pelumas melekat pada permukaan poros, tetapi juga sangat bergantung kepada sifat fluidanya.

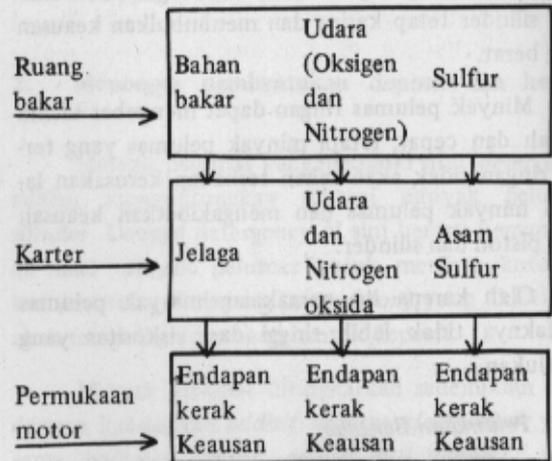
Ketika poros berputar sangat lambat, misalnya ketika start, hanya sejumlah relatif kecil minyak pelumas akan dimasukkan ke dalam ruang celah bebas. Di bawah beberapa kondisi, lapisan minyak pelumas hanya dapat digantikan sangat lambat dan minyak pelumas ringan akan terdesak ke luar lebih cepat dari pada yang dapat dimasukkan ke dalam celah bebas oleh berputaran poros. Akan terjadi efek *boundary lubrication* menggantikan *full fluid film lubrication*, aus dan kehilangan daya akan terjadi. Sebaliknya minyak pelumas yang terlalu berat akan menimbulkan gesekan fluida yang berlebihan dan temperatur tinggi yang tidak normal pada bantalan. Keberatan lain yang terdapat pada pemakaian minyak pelumas yang terlalu berat ialah kesulitan pemisahan setiap kotoran dari minyak pelumas yang terbentuk di dalam sistem sirkulasi.

C. Keausan dan Pembentukan Endapan pada Motor Diesel

Endapan pada motor diesel umumnya mengandung lebih banyak hasil oksidasi minyak pelumas dari pada motor bensin.

Mekanisme pembentukan keausan dan endapan/kerak pada motor diesel ditunjukkan pada Gambar 3. Ruang bakar berisi tetesan-tetesan bahan bakar cair (senyawa sulfur hidrokarbon, dan sebagainya) dan udara. Pembakaran bahan bakar menghasilkan karbon dioksida, jelaga dan oksida nitrogen. Pembakaran sulfur menghasilkan sulfur dioksida dan sulfur trioksida. Semuanya ini masuk ke dalam karter sebagai gas blow-by. Dimana sulfur dioksida dapat bersatu dengan air membentuk asam kuat, asam sulfur yang paling jelek. Asam sulfur yang melekat pada bagian-

bagian logam adalah sumber utama keausan korosi pada motor diesel.



Gambar 3.
Keausan dan pembentukan endapan kerak pada motor diesel

Sulfur dioksida dan udara dapat juga bereaksi dengan minyak pelumas membentuk hasil-hasil oksida. Jelaga ditambah dengan oksidasi minyak pelumas membentuk endapan/kerak karbon yang dijumpai pada daerah lingkaran cincin piston motor. Endapan ini sangat berbahaya pada motor diesel. Sebab pada temperatur kerja yang tinggi, terbentuk lumpur yang sangat kecil pada motor diesel, sedangkan motor bensin lumpur air adalah endapan yang sangat berbahaya.

Keadaan kerja benar-benar konstan untuk motor diesel pada setiap pemakaian, oleh karena itu efek kurang baik dari variasi keadaan kerja yang besar tidak nyata pada motor bensin. Temperatur karter motor diesel biasanya lebih tinggi dari pada motor bensin; jadi kontaminasi minyak pelumas oleh hasil-hasil pembakaran diperkecil, dan penggantian minyak pelumas yang lebih lama dapat ditolerir tanpa efek keausan dan endapan yang merugikan.

Periode penggantian minyak pelumas mempunyai pengaruh yang sangat nyata pada unjuk kerja minyak pelumas. Minyak pelumas harus diganti setelah ia kehilangan kapasitas untuk mengontrol endapan dan keausan. Jikalau ini tidak dilakukan, maka pembentukan endapan dan keausan akan sangat dipercepat.

IV. PEMILIHAN MINYAK PELUMAS

Di dalam melumasi motor disel kita dapat bahwa bagian yang sangat kritis untuk dilumasi adalah silinder. Oleh karena itu jika hanya digunakan satu minyak pelumas untuk seluruh motor, kita akan memilih yang sesuai untuk silinder.

A. Faktor-faktor yang Diperhatikan

Faktor-faktor yang diperhatikan di dalam pemilihan minyak pelumas untuk motor disel adalah sebagai berikut :

1. Pembentukan endapan (deposit)

Sebab motor disel harus bekerja untuk periode yang panjang di antara pembersihan (*service*), maka perlu dipergunakan minyak pelumas yang membentuk deposit karbon yang lunak hindari sejauh mungkin penggunaan minyak pelumas yang membentuk deposit karbon yang keras dan *adhesif*. Dengan cara ini kita dapat menjamin bahwa jumlah karbon yang terbentuk di dalam motor terbatas, kelebihan akan hilang atau ditiup ke luar selama motor bekerja normal.

2. Detergency

Motor-motor yang mempunyai diameter silinder kurang dari 500 mm, relatif akan bekerja bebas dari endapan lumpur jikalau dipergunakan minyak pelumas detergent-dispersant. Detergent ini berfungsi untuk memegang setiap kontaminasi karbon yang ada di dalam minyak pelumas. Ini berarti bahwa ketika minyak pelumas dikeluarkan dari motor semua kontaminasi akan ke luar bersama-sama dengan minyak pelumas, jadi menjaga motor dalam keadaan bersih. Beberapa minyak pelumas memiliki *detergency* alamiah, tetapi sekarang ini tidak cukup untuk motor yang bekerja pada performance yang tinggi, sehingga telah menjadi kebutuhan untuk menambah *detergency* alamiah ini dengan memakai *chemical additives*.

3. Pendinginan piston

Pada motor disel yang besar pendinginan piston oleh konduksi panas melalui cincin piston ke dinding silinder adalah tidak mencukupi akibat ukuran piston yang besar. Oleh karena itu menjadi

kebutuhan untuk menempatkan pendinginan buatan pada piston corwn. Ini biasanya dilaksanakan dengan menyirkulasikan sebagian dari minyak pelumas melalui lubang di dalam piston heads. Pada kasus ini detergent oil membantu dalam menjaga akumulasi endapan pada kondisi temperatur tinggi di dalam lubang ini.

4. Viskositas

Pelumasan silinder motor disel sedikit sensitif terhadap viskositas, misalnya temperatur yang lebih tinggi di dalam silinder hendaknya dipakai viskositas yang lebih tinggi dan kecepatan motor yang lebih tinggi digunakan viskositas yang lebih ringan.

B. Minyak Pelumas Motor Disel

1. Motor Disel Kecil, Kecepatan Tinggi

Pada jenis motor ini salah satu fungsi yang terpenting dari minyak pelumas ialah melawan hasil pembakaran bahan bakar. Pada pembakaran sempurna akan menambah gas dan uap air, akibat kondisi beban dan kecepatan tertentu terbentuk jelaga yang dapat mempertebal minyak pelumas dan menambah pembentukan lumpur. Pada pembakaran tidak sempurna cepat menghasilkan getah, sedangkan di bawah kondisi tertentu secara alamiah sulfur di dalam motor disel membentuk asam korosif yang dengan air akan menambah pengausan korosi pada cincin piston dan dinding silinder. Dengan semua alasan ini maka kualitas minyak pelumas yang dipergunakan adalah "*Heavy Duty*" jenis minyak pelumas ini dapat mempertahankan dan menjamin kebersihan motor di bawah kondisi kerja yang sangat besar. *Heavy Duty oils* ini mempunyai *detergency level* yang lebih tinggi dengan *anti-oksidant*, *anti bearing corrosion* dan *anti-foam additives*.

2. Motor Disel Kecepatan Sedang dan Rendah

Adanya kecenderungan untuk memakai bahan bakar residu sebagai bahan bakar pada motor disel putaran rendah, telah membuat kritis pada pemilihan minyak pelumas. Di sini diperlukan minyak pelumas campuran khusus (*specialy blended grades*) sebab kemungkinan besar adanya korosi disebabkan oleh kandungan sulfur yang tinggi pada bahan bakar residu. Jenis viskositas minyak pelumas yang dipilih tergantung kepada bahan bakar, keadaan operasi

dan temperatur sekeliling. Jikalau digunakan bahan bakar residu minyak pelumas yang sesuai dengan penggunaan ini harus mempunyai sifat alkali untuk melawan kandungan sulfur yang tinggi dari bahan bakar, dengan demikian menjamin tingkat pengausan yang rendah serta sifat detergent untuk periode yang panjang antara overhaul dapat diharapkan.

V. KESIMPULAN

Selama motor bekerja, temperatur dan tekanan di dalam silinder akan naik, keadaan kerja yang sangat kritis adalah pada akhir pembakaran dalam silinder sebab pada saat ini terjadi temperatur dan tekanan maksimum. Keberhasilan suatu motor dalam operai adalah sangat bergantung kepada pembentukan dan pemeliharaan yang sempurna lapisan minyak pelumas di antara dua bagian yang bergerak, walaupun keadaan buruk akibat tekanan dan suhu tinggi selama motor bekerja. Minyak pelumas harus tahan terhadap oksidasi dan pembentukan karbon keras yang *abrasif* dan *adhesif*. Minyak pelumas harus dapat menjaga unsur pembentukan deposit tetap melayang dalam minyak pelumas, dengan demikian dapat dibawa ke luar pada waktu penggantian minyak pelumas dan tidak terbentuk deposit pada motor. Untuk motor disel yang memakai bahan bakar residu, minyak pelumas yang sesuai dengan penggunaan ini harus mempunyai sifat alkali untuk melawan kandungan sulfur yang tinggi dari bahan bakar, dengan demikian keausan korosi pada motor disel dapat diatasi.

Pelumasan pada motor disel terbagi atas dua bagian utama, yaitu pelumasan silinder dan pelumasan bantalan. Di dalam melumasi motor disel kita dapati bahwa bagian yang sangat kritis untuk dilumasi adalah silinder. Oleh karena itu jika hanya digunakan satu minyak pelumas untuk seluruh motor, maka kita akan pilih minyak pelumas yang sesuai untuk silinder. Pelumasan silinder motor disel sedikit sensitif terhadap viskositas, untuk temperatur kerja yang lebih tinggi di dalam silinder hendaknya dipakai viskositas yang lebih tinggi dan pada kecepatan motor yang lebih tinggi digunakan viskositas yang lebih ringan.

Keadaan kerja benar-benar konstan untuk motor disel pada setiap pemakaian, oleh karena itu efek kurang baik dari variasi keadaan kerja yang besar tidak nyata pada motor bensin. Temperatur karter motor disel biasanya lebih tinggi dari pada motor bensin; jadi kontaminasi minyak pelumas oleh hasil-hasil pembakaran akan lebih kecil, dan penggantian minyak pelumas yang lebih lama dapat ditolerir tanpa efek keausan dan endapan yang merugikan.

Penggantian minyak pelumas mempunyai pengaruh yang sangat nyata pada unjuk kerja minyak pelumas. Minyak pelumas harus diganti setelah ia kehilangan kapasitas untuk mengontrol endapan dan keausan. Jikalau ini tidak dilakukan, maka pembentukan endapan dan keausan akan sangat dipercepat.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. E.G. Ellis, B.Sc, F. Inst. Pet., *Fundamentals Lubrication*, Scientific Publications (G.B.) Ltd., Braseley, Shrophshire, 1970.
2. *Shell, Lubrication in Motor Ships*, Alabaster, Pasmore and Sons, Ltd., London and Maidstone.
3. *U.S. Experience with Gas and Dual-Fuel Engines*, Caltex Lubrication, vol. 17, 1962.
4. Anton L. Wartawan, *Minyak Pelumas*, Penerbit PT Gramedia, Jakarta, 1983.
5. Prof. D.Sc (Mech. E.) N. Petrosky, *Marine Internal Combustion Engine*, MIR Publisher, Moscow.
6. P. Akimov, *Marine Power Plant*, Peace Publishers, Moscow.
7. Wiranto Arismunandar, Koichi Tsuda, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Pradnya Paramita, Jakarta, 1975.
8. Gordon H. Millar, *Commercial Engine Development To Year 200 and Beyond SAE Paper 840577*, 1984.
9. DR. J. Weissmann, *Fuels for Internal Combustion Engine and Furnaces*, Lembaga Minyak dan Gas Bumi, Jakarta, 1972.