

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bantalan Duduk

Menurut **Susanto** (2009), menyatakan bahwa bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerak bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya. Bantalan utama atau bantalan luncur berfungsi untuk menumpu beban dari poros, karena selalu menerima beban gesekan maka tidak menutup kemungkinan terjadinya keausan, disinilah awal mula terjadinya kerusakan material bantalan, kerusakan bisa berupa keausan atau keretakan dan sebagainya.

Menurut **Erinofiardi** (2011) Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya. Bantalan dapat diklasifikasikan berdasarkan gerakan yang diizinkan oleh desain bantalan itu sendiri, berdasarkan prinsip kerjanya dan juga berdasarkan gaya atau jenis beban yang dapat ditahan oleh bantalan. Berdasarkan gesekan yang terjadi pada bantalan, maka bantalan dapat dibagi menjadi 2 jenis :

a. Anti-Friction Bearing

Jenis anti friction bearing merupakan bearing yang bagian di dalamnya memiliki komponen yang dapat berputar dan pada bagian luar bearing memiliki bagian yang diam saat bagian dalam bearing berputar.

b. Plain bearing

Jenis anti friction bearing merupakan bearing yang bagian di dalamnya memiliki komponen yang dapat berputar dan pada bagian luar bearing memiliki bagian yang diam saat bagian dalam bearing berputar.

Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Atas Dasar Gerakan Bantalan Terhadap Poros

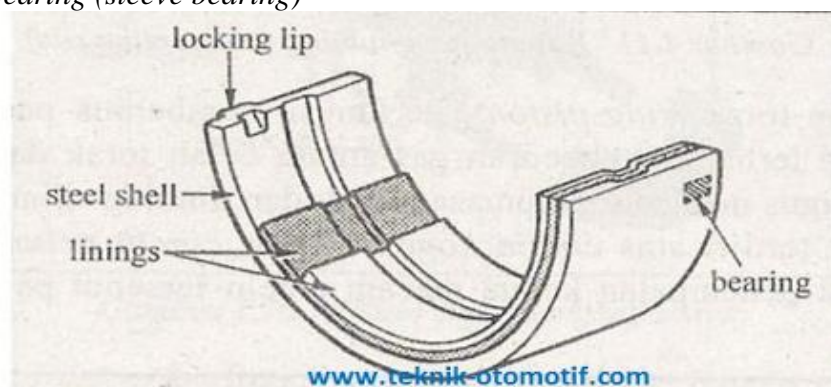
- Bantalan luncur, bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas.
- bantalan gelinding, pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat.

2. Atas Dasar Arah beban dan poros

- Bantalan Radial, arah bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros
- Bantalan radial, bantalan ini sejajar dengan sumbu poros
- Bantalan gelinding khusus, bantalan ini dapat menumpi beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

Macam-macam bearing jenis plain bearing antara lain :

1. *Journal bearing (sleeve bearing)*



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/2017/12/fungsi-bearing-dan-macam-macam-bearing.html>

Gambar 1 *Journal Bearing*

Journal bearing atau juga dikenal dengan istilah metal jalan merupakan *bearing* yang biasa dipakai pada bagian *crankshaft* di mesin.

2. *Bushing*



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/2017/12/fungsi-bearing-dan-macam-macam-bearing.html>

Gambar 2 *Bushing*

Bushing merupakan sebuah bantalan yang digunakan sebagai tempat poros berputar. di dalam *bushing* terdapat lapisan oli yang berfungsi untuk membentuk lapisan *oil film* untuk mengurangi terjadinya gesekan ketika poros berputar.

Macam-macam bearing jenis anti friction antara lain :

1. *Ball bearing*



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/2017/12/fungsi-bearing-dan-macam-macam-bearing.html>

Gambar 3 *Ball Bearing*

Ball bearing adalah bantalan gelinding yang menggunakan bola-bola baja di dalamnya. Bola-bola baja ini berfungsi sebagai media gesekan antara komponen yang diam dengan komponen yang bergerak.

2. *Cylinder roller bearing*



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/2017/12/fungsi-bearing-dan-macam-macam-bearing.html>

Gambar 4 *Chilinder Roller Baaring*

Cylinder bearing adalah bantalan gelinding yang menggunakan silinder-silinder baja didalamnya. Silinder-silinder baja ini berfungsi sebagai media gesekan antara komponen yang diam dengan komponen yang bergerak.

3. *Barrel Roller bearing*



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/2017/12/fungsi-bearing-dan-macam-macam-bearing.html>

Gambar 5 *Barrel Roller Bearing*

Barrel bearing adalah bantalan gelinding yang menggunakan pipa-pipa baja di dalamnya. Pipa-pipa baja ini berfungsi sebagai media gesekan antara komponen yang diam dengan komponen yang bergerak.

4. *Taper roller bearing*



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/2017/12/fungsi-bearing-dan-macam-macam-bearing.html>

Gambar 6 *taper Roller Bearing*

Taper roller bearing merupakan bantalan gelinding yang berbentuk kerucut. Di dalam *taper roller bearing* menggunakan *roller* baja atau baja berbentuk silinder sebagai media gesekan antara komponen yang diam dengan komponen yang bergerak

5. *Needle bearing*



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/2017/12/fungsi-bearing-dan-macam-macam-bearing.html>

Gambar 7 *Needle Bearing*

Needle bearing merupakan bantalan gelinding yang menggunakan *roller* baja atau baja berbentuk *silinder* sebagai media gesekan antara komponen yang diam dengan komponen yang bergerak.

A. Bahan-Bahan Bantalan

Beberapa kelas material yang berbeda dapat digunakan sebagai bantalan biasanya yang berbasis timbal, timah, dan tembaga. Alumunium sendiri bukan merupakan material yang baik untuk bantalan walaupun banyak digunakan sebagai bahan paduan untuk beberapa material bantalan.

Bahan-bahan bantalan menurut **Mott** (2009) ,adalah sebagai berikut:

a. Perunggu Coran

Nama perunggu mengacu pada beberapa campuran logam dari tembaga dengan timah, timbal, seng, atau alumunium, baik sendiri-sendiri atau dalam kombinasi. Perunggu timbal mengandung 25%-35% timbal sehingga memiliki sifat mampu benam yang baik dan tahan terhadap himpitan dalam kondisi berpelumas batas.

Akan tetapi, kekuatannya relative rendah. perunggu bantalan coran, mengandung tembaga 83%, timah 7%, timbal 7%, dan seng 3%.

Perunggu, timah , alumunium memiliki kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi dan dapat membawa beban yang lebih besar. khususnya dalam situasi tubrukan, tetapi sifat mampu benamnya rendah.

b. Babbit

Babbit (*babbitt*) mungkin berbahan dasar timbal atau berbahan dasar timah yang secara nominal memiliki 80 % logam induk. berbagai komposisi paduan tembaga dan animon (serta timbal dan timah) dapat diolah sifat-sifatnya untuk memenuhi suatu aplikasi khusus. karena lunak, babbit memiliki sifat mampu benam yang nyata dan tahan terhadap himpitan yang merupakan sifat-sifat penting dalam aplikasi yang menggunakan aplikasi batas, namun babbit kurang begitu kuat.

c. Alumunium

Alumunium memiliki kekuatan tertinggi yang umumnya digunakan sebagai bahan bantalan.

Alumunium digunakan dalam beberapa aplikasi dalam mesin, pompa, dan pesawat terbang. Kekerasan yang tinggi dari bantalan alumunium menghasilkan sifat mampu benam yang buruk, sehingga memerlukan pelumas yang bersih.

d. Seng

Bantalan yang terbuat dari paduan seng memberikan perlindungan yang baik tanpa suplai pelumas yang terus-menerus, meskipun akan beroperasi dengan sangat baik jika dilumasi. Minyak gemuk bantalan standar sering digunakan. Ketika beroperasi pada tap-tap dari baja, lapisan tipis dari bahan seng yang lebih lunak akan berpindah ke baja sehingga melindunginya dari aus dan kerusakan.

e. Logam Berpori

Sebagai hasil dari industri logam serbuk, logam berpori hasil sinteran dari dari bubuk perunggu, besi, alumunium, beberapa di antaranya dicampur dengan timbal atau tembaga. Hasil penyitren ini meninggalkan sejumlah besar lubang-lubang kecil pada bahan bantalan yang diisi paksa dengan minyak pelumas. Kemudian selama operasi minyak yang memenuhi bantalan akan keluar dari lubang/pori-pori. Bantalan semacam itu khususnya baik untuk gerakan bolak-balik atau osilasi dengan kecepatan lambat.

B. Sifat Bahan Bantalan Utama

Menurut **Mott** (2009), menerangkan bahwa sifat-sifat yang digunakan untuk bahan bantalan utama yang tepat untuk membuat suatu bantalan utama adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan, fungsi bantalan adalah untuk membawa beban dan mengirimkannya ke struktur penopang. Beban sewaktu-waktu

berubah-ubah, sehingga memerlukan ketahanan lelah serta kekuatan statis.

2. Mampu benam (*embedability*), sifat mampu benam ini berkaitan dengan kemampuan bahan menahan kotoran di dalam bantalan tanpa menyebabkan kerusakan pada tap yang berputar. Jadi, bahan yang relatif lunak lebih baik.
3. Tahan karat, seluruh lingkungan bantalan harus dipikirkan, termasuk bahan tap, pelumas, suhu, partikel-partikel dari udara, dan gas atau uap air yang dapat merusak atau menimbulkan karat.
4. Biaya, yang selalu menjadi faktor penting. Biaya bukan hanya meliputi biaya bahan saja, tetapi juga biaya pemrosesan dan pemasangan.

C. Persyaratan Bahan Bantalan utama

Menurut **Irawan** (2009), menerangkan bahwa persyaratan bahan untuk bantalan utama sebagai berikut :

1. Kekuatan yang baik untuk menahan beban dan kelelahan.
2. Mampu menyesuaikan dengan lenturan poros yang kecil.
3. Bersifat anti las (tidak menempel ke poros akibat gesekan)
4. Sangat tahan karat.
5. Tahan aus.
6. Dapat menghilangkan atau menyerap kotoran.
7. Tidak terlalu terpengaruh terhadap kenaikan temperatur.





D. Poros Engkol (*Crankshaft*)

Menurut **Firdausi** (2013), Menerangkan bahwa poros engkol adalah poros penggerak yang eksentrik, yang digunakan untuk mengubah gerak putar menjadi gerak lurus atau sebaliknya, atau gerak putar tidak penuh. Pada waktu poros itu sedang bekerja akan mengalami tegangan puntiran dan bengkok menurut jenisnya poros engkol dibagi menjadi poros engkol tunggal dan poros engkol majemuk.

Menurut **Firdausi** (2013), Menerangkan bahwa Poros umumnya dibuat dari baja yang kekuatan puntir dan kekuatan lenturnya cukup tinggi, tahan terhadap beban berubah-ubah dan permukaannya dapat dilicinkan dengan mesin perkakas

(gerinda/polis). Syarat lain yang diperlukan bagi baja tersebut ialah memiliki struktur berbutir homogen, tahan lelah karena getaran dan tidak mudah retak. Poros yang harus tahan terhadap beban berubah-ubah dan beban tumbukan (*inpack and shock load*), dibuat dari baja paduan dengan sifat-sifat lebih baik dari baja karbon, kemungkinan retak dan terjadinya tegangan sisa (*ressidual stress*) lebih kecil.

Tabel 1. Penyebab Kerusakan Bantalan

No	Profil Kerusakan	Analisa
1		Pada metal no. 1, telah terjadi cacat <i>flaking</i> , proses terjadinya cacat ini akibat aliran pelumas pada bantalan yang kurang sempurna, sehingga terjadi gesekan secara langsung antara bantalan dan crankshaft.
2		Pada metal no. 2, telah terjadi cacat <i>cage failure</i> , terjadinya cacat ini akibat gesekan crankshaft dan bantalan, karena ini adalah bantalan, keausan bisa terjadi pada saat bantalan mendapat beban setelah diam.
3		Pada metal no. 3, kondisinya hampir sama sengan material no. 2 yaitu terjadinya cacat <i>cage failure</i> akibat gesekan <i>crankshaft</i> dan bantalan.
4		Pada metal no. 4, terjadi cacat <i>smearing</i> cacat ini terjadi, akibat gesekan secara langsung antara crankshaft dan bantalan sehingga metal menjadi panas dan terkelupas.

Sumber : **Susanto** (2009), Analisa Kegagalan *Main Bearing Crankshaf*

2.2 Sistem Perawatan Pada Bantalan Utama

Menurut **Puspawan** (2017), menerangkan bahwa perawatan yaitu suatu tindakan perbaikan dilakukan terhadap suatu alat yang telah mengalami kerusakan agar alat tersebut dapat digunakan kembali. Jenis-jenis perawatan adalah sebagai berikut:

1. Perawatan Preventif

Adalah jenis pekerjaan perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau cara perawatan yang direncanakan untuk pencegahan (*preventif*). Ruang lingkup, inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari masalah-masalah kerusakan.

2. Perawatan Korektif

Adalah jenis perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas/peralatan sehingga mencapai standar yang dapat diterima. Dalam perbaikan dapat melakukan perubahan/modifikasi rancangan agar peralatan lebih baik.

3. Perawatan Berjalan

Dimana jenis pekerjaan perawatan dilakukan ketika fasilitas atau peralatan dalam keadaan bekerja. Perawatan berjalan diterapkan pada peralatan-peralatan yang harus beroperasi terus dalam melayani proses produksi.

4. Perawatan Prediktif

Perawatan dilakukan untuk mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem peralatan. Biasanya perawatan prediktif dilakukan dengan bantuan panca indra atau alat-alat monitor yang canggih.

Perawatan setelah terjadi kerusakan

Pekerjaan perawatan dilakukan setelah terjadi masalah kerusakan pada peralatan, dan memperbaikinya harus disiapkan suku cadang, material, alat-alat dan tenaga kerjanya.

2.1. Pemeriksaan Dan Pengukuran Pada Bantalan Utama Dan Poros Engkol

Adapun cara pemeriksaan dan pengukuran bantalan utama adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan bantalan utama
 - a. Pemeriksaan baut terhadap bantalannya.
 - b. Periksalah rumah bantalan utama.
2. Pengukuran bantalan utama
 - a. Pengukuran melalui kawat timah.
 - b. Pengukuran melalui *bridge with dept gauge*.
 - c. Pengukuran melalui *plastic gauge*.
3. Pemeriksaan dan pengukuran poros engkol

Jika kerusakan yang terjadi pada komponen-komponen tersebut telah melebihi batas standarnya maka akan timbul beberapa gejala diantaranya adalah kinerja mesin kurang optimal, terdengar suara berisik pada bagian engkol dan lain sebagainya.

Untuk mengetahui kondisi poros engkol, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan dan pengukuran poros engkol. Dengan cara pengambilan *crankshaft deflection* atau pengukuran kelurusan poros engkol.

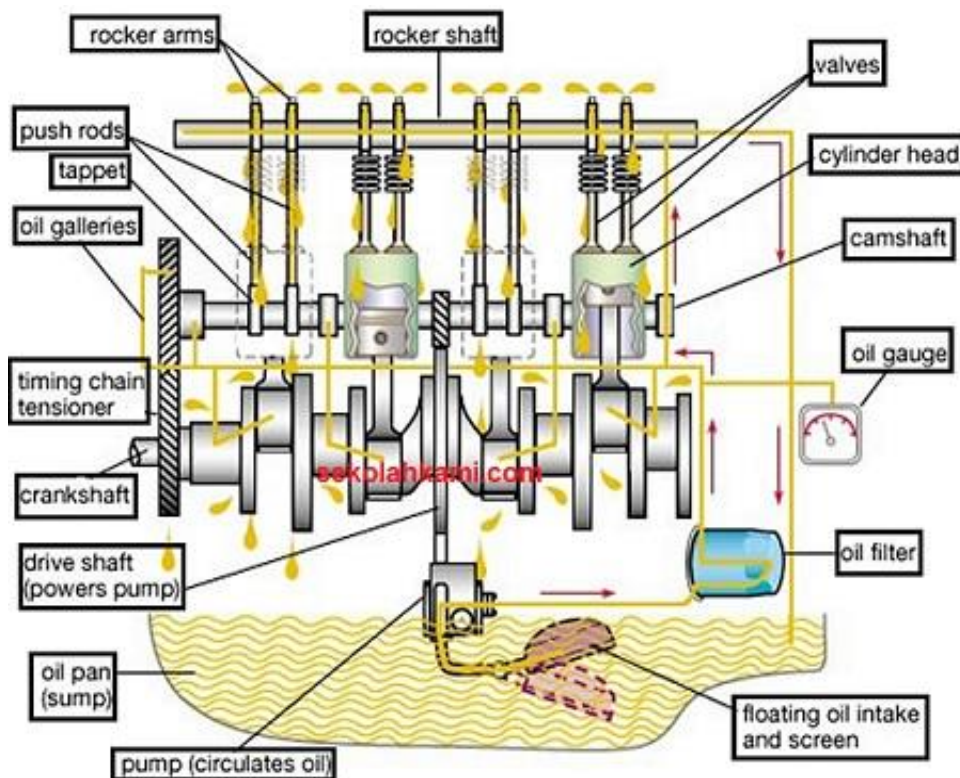
2.2. Sistem Pelumasan Pada Bantalan Utama

Menurut **Mott** (2009) menerangkan bahwa Tujuan utama dari sistem pelumasan adalah untuk mensirkulasikan oli ke seluruh bagian *engine*.

Oli membersihkan, mendinginkan dan melindungi gerakan bagian *engine* dari keausan. Sistem pelumasan mempunyai fungsi untuk mengurangi gesekan, menghilangkan panas dari bantalan-bantalan dan elemen-elemen mesin lainnya dimana gesekan terjadi, dan untuk menyingkirkan kotoran.

Menurut **Caterpillar** (2002) menerangkan bahwa Sistem pelumasan terdiri dari beberapa komponen yang saling terkait jika salah komponen

rusak maka akan menimbulkan masalah pada bantalan utam, berikut ini komponen-komponen sistem pelumasan:



Sumber: <https://astradaihatsublitar.wordpress.com/2016/05/20/sistem-pelumasan-lubricant-system/>

Gambar 8 Sistem Pelumasan

Komponen-komponen Sistem Pelumasan :

1. *Oil pan*

Berfungsi sebagai tempat atau penampung oli. *Oil pan* juga membuang panas dari oli ke atmosfer. Oil pan terpasang pada bagian bawah dari blok *engine*.

2. *Suction bell* dan *inlet screen*

Dari *oil pan*, oli masuk melewati saringan masuk dan terus ke *suction bell*. Saringan masuk mencegah masuknya kotoran kasar

kedalam sistem oli pelumasan. *Suction bell* mengirim oli ke *oil pump* (pompa oli).

3. *Oil pump* dan *Relief valve*

Oil pump membuat terjadinya aliran oli yang mengalir (bersirkulasi) ke seluruh bagian *engine*. *Oil pump* terletak dekat *oil pan*. *Oil pump* digerakkan oleh *crankshaft* melalui gigi pada *oil pump*. *Pressure relief valve* biasanya terletak dekat dengan *oil pump*. *Relief valve* berfungsi melindungi system elumasan dari tekanan yang tinggi. Dari *oil pump*, oli mengalir melalui *oil cooler*. *Oil cooler* berfungsi menyerap panas dari oli, oli mengisi rumah *oil cooler*. Di dalam rumah *oil cooler* terdapat beberapa pipa yang dialiri oleh air pendingin *engine*. Panas berpindah dari oli ke air pendingin *engine*, *oil cooler* juga mempunyai *bypass valve*.

4. *Oil filter* dan *Bypass valve*

Oli mengalir dari *oil cooler* ke *oil filter*. Sistem pelumasan ada yang menggunakan satu atau lebih *oil filter*, tergaantung bagaimana rancangannya. *Filter* menyaring kotoran dan partikel logam dari oli.

5. Sistem *filter* dengan aliran penuh

Pada sistem saringan dengan aliran penuh, maka 100 % oli melewati saringan. Pada sistem ini harus mempunyai *bypass valve*.

6. Sistem dengan *filter bypass*

Sistem dengan *filter bypass* memakai 2 buah *filter* 90 % dari oli mengalir melalui *filter* biasa dan 10 % lagi mengalir melalui *filter bypass*. Biasanya *filter bypass* mempunyai penyaring yang rapat untuk menyaring kotoran yang sangat halus.

7. *Oil gallery*

Pada beberapa *engine* yang memakai *turbocharger*, maka oli mengalir melalui *filter* ke *turbocharger* melalui saluran masuk. saluran keluar mengembalikan oli ke *pan* pada *engine* yang lain, oli yang bersih setelah disaring lalu masuk ke saluran oli utama. Saluran utama terdapat di dalam *block*.

8. *Oil flow*

Dari saluran oli, oli mengalir ke semua bagian yang bergerak dari mesin, termasuk *main bearing* (metal duduk) dan *crankshaft*.

9. *Piston cooling jet*

Jet pendingin piston, menyembrotkan oli kebagian bawah dari tiap piston dan akan membantu pelumasan dinding silinder.

10. *Crankcase breather*

Crankcase breather mengeluarkan gas hasil pembakaran bahan bakar yang bocor melalui *ring piston*. Hal ini akan menjaga agar di dalam crankcase selalu bertekanan tetap. *Breather* ini biasanya selalu terletak pada bagian atas *engine*. *Breather* ini menyeimbangkan tekanan di dalam crankcase engine dengan tekanan diluar *engine* sehingga memungkinkan oli dengan mudah kembali ke *oil pan*.

11. *Oil filter*

Pada sistem pelumasan, saringan oli memerlukan perawatan yang sangat penting. Saringan ini akan menjadi kotor apabila tidak dirawat secara benar dan dapat menyebabkan masalah pada sistem pelumasan.

12. *Pressure relief valve*

Pressure relief valve biasanya terpasang dekat *oil pump*. *Relief valve* ini umumnya merupakan valve yang digerakkan (ditahan) spring. *Relief valve* akan membuka apabila tekanan sistem melebihi gaya tekan spring pada valve. Selama tekanan oli masih tinggi, maka valve akan tetap dalam keadaan terbuka. Apabila *relief valve* membuka, maka sebagian oli kembali ke *oil pan*. Apabila tekanan oli turun sampai di bawah gaya tekan spring untuk membuka, maka valve akan menutup.

13. *Oil cooler bypass valve*

Oil cooler bypass valve adalah valve pengarah, yang akan membuka apabila perbedaan tekanan antara oli yang akan masuk ke *oil cooler* lebih besar dari gaya tekan spring untuk membuka valve. Apabila valve terbuka, maka oli dialirkan di luar dari oil cooler. Hal ini untuk

meyakinkan bahwa sebagian oli akan mencapai bagian *engine* yang penting apabila terjadi masalah pada *oil cooler*. Apabila oli dalam keadaan dingin, maka oli tidak akan mengalir dengan baik karena masih cukup kental. Hal ini akan menyebabkan *valve* membuka. *Oil cooler bypass valve* biasanya terpasang di dalam *oil cooler*.

14. *Oil filter bypass valve*

Oil filter bypass valve adalah *valve* pengarah aliran oli yang akan membuka apabila perbedaan tekanan antara oli yang akan masuk ke *filter* lebih besar dari gaya tekan *spring* pada *valve* untuk membuka. Apabila oli masih dalam keadaan kental karena masih dingin seperti ketika *engine* baru dihidupkan atau pada waktu *filter* dalam keadaan buntu, maka *filter bypass valve* membuka. Oli dialihkan dari *oil filter* agar sebagian oli selalu dapat mencapai bearing dan komponen *engine* lainnya. Hal ini untuk mengamankan *engine* dari kerusakan karena kekurangan oli.