

DIKTAT MATA KULIAH
TEKNOLOGI ALAT BERAT
(193551032)



Disusun Oleh :
Dr. BAMBANG SUDARSONO, M.Pd.

JURUSAN PENDIDIKAN VOKASIONAL TEKNOLOGI OTOMOTIF
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
2022

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| Sampul | i |
| Daftar Isi | ii |
| Kata Pengantar | iii |
| BAB I. Prinsip Dan Aplikasi Sistem Hidrolik Pada Alat Berat | 1 |
| A. Pendahuluan | 1 |
| B. Tenaga fluida (Fluid power) | 2 |
| C. Penggerak utama pada sistem hidrolik | 3 |
| D. Beberapa Contoh Penerapan Sistem Hidrolik | 3 |
| BAB II. Komponen Utama Sistem Hidrolik Pada Alat Berat | 7 |
| A. Komponen Utama | 7 |
| B. Perangkat Tambahan Pada Sistem Hidrolik | 29 |
| C. Prinsip Kerja Aliran Fluida | 35 |
| BAB III. Power Steering Integral | 38 |
| A. Definisi Power Steering | 38 |
| B. Sistem Power Steering | 39 |
| C. Roda Gigi Power Steering Baling-baling Putar | 41 |
| Daftar Pustaka | 60 |

KATA PENGANTAR

Mata kuliah Alat berat membahas sebagian materi bidang otomotif, yaitu kendaraan-kendaraan untuk keperluan tugas berat. Pada istilah asing disebut dengan **heavy duty vehicle**. Kendaraan-kendaraan ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan tenaga dan kemampuan manusia, terhadap pekerjaan-pekerjaan berat. Namun demikian pembahasan materi alat berat ini tidak sampai pada mesin pembangkit tenaganya, sebab materi engine telah dibahas pada dua mata kuliah sebelumnya, yaitu mata kuliah teknologi motor bensin dan teknologi motor diesel. Materi yang akan dibahas meliputi system hidrolik, mekanisme pemindah tenaga, system kemudi, rem dan suspensi, dan system perawatan alat-alat berat.

Sistem hidrolik dimanfaatkan pada alat berat untuk berbagai keperluan untuk mekanisme penggerak lengan-lengan pengangkat atau pengangkut. Sebagai contoh forklift yang sering dijumpai, untuk menggerakkan fork yang ada didepan kendaraan, keatas mengangkat beban memanfaatkan kekuatan system hidrolik. Fluida hidrolik berperan memindahkan daya mesin ke lengan-lengan pengangkut pada alat berat. Sistem hidrolik juga dipakai untuk system pem-bindah tenaga, dan sebagian untuk system kemudi alat berat. Materi alat berat sebenarnya cukup banyak, dan tidak mungkin disampaikan dalam waktu 1 semester dengan 14 kali pertemuan. Untuk itu mata kuliah ini akan disampaikan secara garis besar konsep-konsep pada alat berat. Diharapkan mahasiswa mau berusaha melengkapi dengan membaca buku-buku referensi yang relevan.

BAB I

PRINSIP DAN APILIKASI SISTEM HIDROLIK PADA ALAT BERAT

A. Pendahuluan

Prinsip dasar yang mengilhami dasar dari hidrolik adalah pemindahan gaya dan tenaga yang disebabkan oleh tekanan fluida statik. Yang dimaksud dengan fluida sebenarnya ada 2 jenis yaitu fluida gas dan fluida cair. Penggunaan fluida gas digunakan untuk sistem Pneumatik, sedangkan untuk fluida cair penggunaannya untuk fluida hidrolik, sehingga apabila kita mengatakan fluida pada sistem hidrolik berarti yang dimaksud adalah fluida cair, dalam hal ini adalah oli. Sistem hidrolik pada dasarnya mempunyai beberapa keuntungan maupun beberapa kerugian, untuk itu akan disebutkan keuntungan maupun kerugiannya.

Keuntungan penggunaan sistem Hidrolik

- Bisa melakukan transmisi untuk kekuatan yang tinggi meskipun tempatnya terbatas
- Densitas energi yang tinggi
- Mampu menyimpan energi
- Terdapat dalam berbagai macam bentuk variasi, seperti kecepatan, kekuatan dan tenaga putaran.
- Mudah untuk mengawasi sumber tenaga yang dihasilkan
- Dapat diputar karena mempunyai massa yang rendah
- Cara kerjanya cepat
- Gerakannya mulus (bebas dari goncangan)
- Perbandingan transmisi yang luas
- Bisa dirubah dari gerakan berputar (rotary) ke gerakan linear atau sebaliknya.
- Bentuk rancangannya yang baik
- Penggerak input dan output dipisahkan oleh pipa –pipa

- Semua kontrol digerakkan secara otomatis oleh pilot valve (katup pilot) dan sinyal listrik
- komponen-komponen standar dan sub assemblies dapat dijalankan dengan mudah
- Ada perlindungan dari beban yang terlalu berat.
- Tidak cepat aus karena komponen-komponen hidrolis diberi minyak pelumas oleh mesinnya sendiri.
- Tahan lama
- mampu tetap berjalan meskipun ada masalah.

Kerugian penggunaan sistem Hidrolis

- Hilangnya tekanan dan aliran dalam pipa dan alat kontrol lainnya
- Kekentalan fluida (zat cair) sensitif terhadap perubahan temperatur dan tekanan
- Sering bocor
- Fluida hidrolis selalu dalam kondisi tertekan

B. Tenaga fluida (Fluid power)

Seperti kita ketahui fungsi utama fluida hidrolis adalah sebagai media utama untuk menggerakkan aktuator (piston, motor dan pompa), valve atau katup (check valve, relief valve, pressure valve), dan lain-lain. Fluida tersebut diatas dalam hal menggerakkan suatu sistem, pada prinsipnya hanya menggunakan 2 (dua) hukum, yaitu hukum Pascal dan hukum Bernoulli, dimana hukum tersebut menggunakan prinsip perbedaan tekanan dan perbedaan kecepatan antara satu kondisi dengan kondisi yang lain.

Tenaga fluida yang digunakan sebenarnya berasal dari oli (baik minyak mineral, maupun minyak yang lain). Untuk itu fluid power dapat didefinisikan sebagai sumber tenaga fluida untuk menggerakkan suatu sistem, dimana tenaga tersebut disebabkan oleh perbedaan kecepatan atau perbedaan tekanan.

Sedangkan sistem hidrolik adalah rangkaian dari beberapa komponen hidrolik (misalnya pompa , valve piston, flowmeter, filter, dll.) yang membentuk sistem gerakan linier maupun gerakan berputar.

Hidrolik adalah ilmu pengetahuan mengenai fluida, bagaimana fluida dapat dimanfaatkan untuk memindahkan suatu benda atau menghasilkan gerakan. Pada dasarnya sistem hidrolik merupakan rangkaian, dimana rangkaian tersebut terdiri atas 2 (dua) bagian yaitu :

- a) Komponen penggerak utama (prime mover)
- b) Komponen peralatan pendukung (ancilliary equipment)

Agar para siswa mengenal sistem hidrolik, maka terlebih dahulu kami uraikan jenis-jenisnya dan gambar masing-masing komponen berikut ini.

C. Penggerak utama pada sistem hidrolik

Pada sistem hidrolik, dimana tenaga hidrolik diubah menjadi tenaga mekanik dengan menggunakan elemen-elemen penggerak utama. Adapun yang dimaksud dengan penggerak utama adalah suatu komponen (alat) untuk membangkitkan aliran fluida dan untuk memberikan gaya sebagaimana diperlukan. Jenis-jenis penggerak utama pada sistem hidrolik dapat berupa:

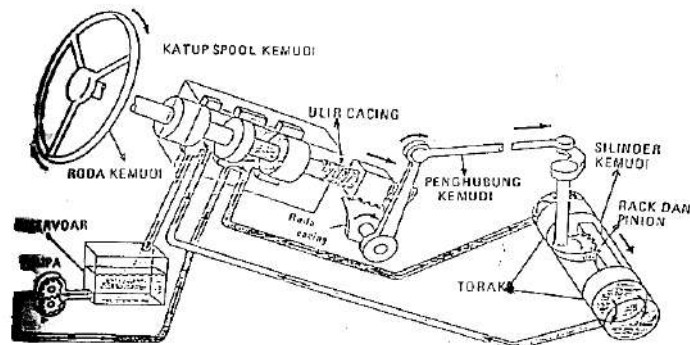
- ***Motor electric***
Suatu mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanis
- ***Motor hidrolik***
Suatu mesin yang mengubah energi kinetik dan energi potensial (pressure) yang terdapat pada fluida hidrolik menjadi gesekan berputar.
- ***Pompa hidrolik***
Sebuah perangkat mekanikal yang berfungsi merubah energi mekanik menjadi energi hidrolik.

D. Beberapa Contoh Penerapan Sistem Hidrolik

Sistem hidrolik banyak sekali kegunaannya bagi kehidupan manusia sehari-hari maupun sebagai alat bantu dan alat angkat baik untuk bidang manufacturing, pertambangan, pertanian dan lain-lain.

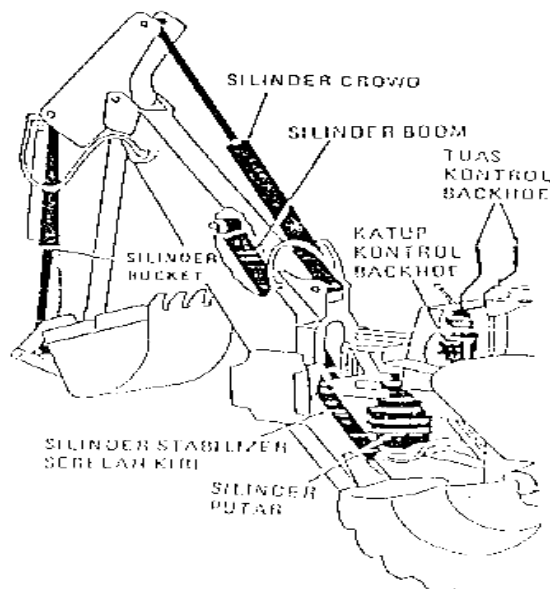
1. Alat-alat pertanian

Sistem hidrolik banyak sekali digunakan untuk alat-alat pertanian, misalkan pada traktor untuk pengolah tanah pertanian. Pada alat ini (traktor) sistem hidrolik digunakan khususnya pada sistem kemudi, seperti gambar berikut ini.



2. Alat-alat pertambangan

Penggunaan sistem hidrolik dipertambangan banyak sekali digunakan misalnya pada backhoe dengan menggunakan unit loader seperti gambar dibawah ini

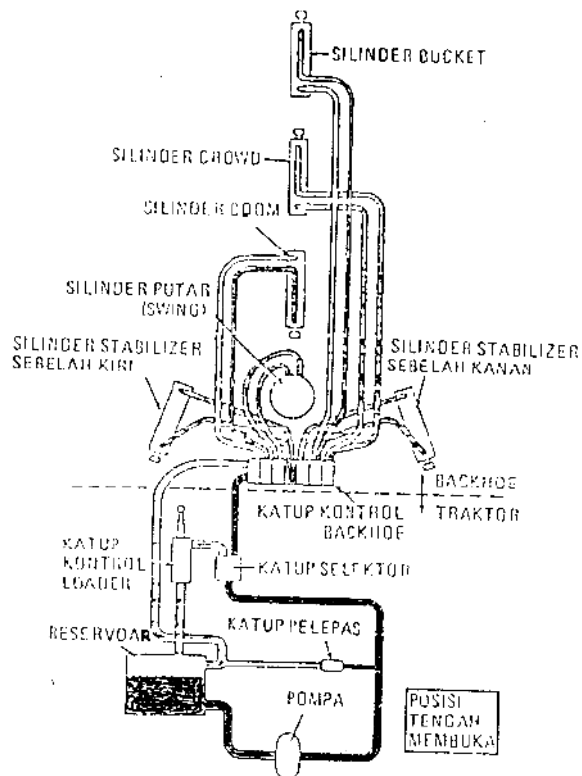
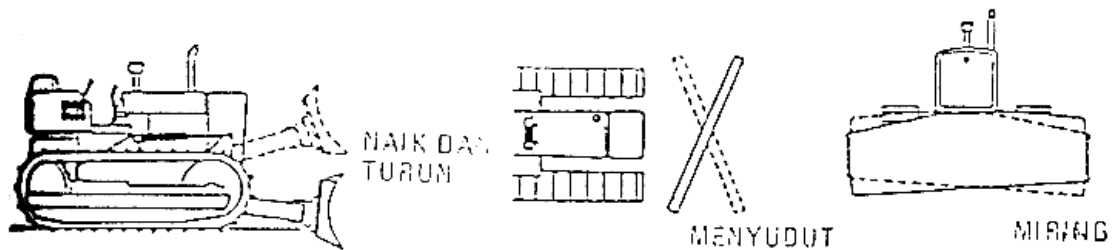


Pada sistem operasi backhoe ini biasanya digunakan untuk penggalian maupun pengerukan.

Contoh : operasi alat berat yang digunakan pada pertambangan adalah operasi Buldozer.

Pada operasi buldozer yang menggunakan sistem hidrolik biasanya digunakan untuk :

- naik atau turun
- miring kiri dan miring kanan
- sudut kiri dan sudut kanan



3. Alat Angkat

Sistem hidrolik pada forklift (kendaraan angkat) biasanya digunakan untuk mengangkat, memegang dan menimbun suatu produk.

Gambar berikut ini menunjukkan salah satu forklift yang mempunyai 3 (tiga) jenis kontrol hidrolik, yaitu :

- Untuk mengangkat dan menurunkan garpu (fork)
- Untuk memiringkan tiang kedepan dan kebelakang
- Untuk mengangkat tiang dari satu sisi ke sisi yang lain.

BAB II

KOMPONEN UTAMA SISTEM HIDROLIK PADA ALAT BERAT

D. Komponen Utama

Komponen-komponen utama system hidrolik Alat Berat adalah :

1. Cairan/ Fluida hidrolik
2. Hydraulic tank (Tangki)
3. Pump (Pompa hidrolik)
4. Control valve (Katup kontrol)
5. Filter
6. Actuator (aktuator)

1. Cairan (Fluids)

Jenis-jenis cairan yang digunakan

Ada dua jenis utama cairan yang digunakan dalam sistem hidrolik:

- a. Cairan berdasarkan oli mineral yang umum digunakan pada sebagian besar sistem hidrolik dan
- b. Cairan anti api yang dispesifikasi untuk sistem yang digunakan di area bersuhu tinggi dan dalam industri penerbangan. Cairan Hidrolik Standard ISO. Cairan mineral yang dimurnikan secara khusus dispesifikasi untuk pengoperasian sistem hidrolik. Cairan ini diidentifikasi sesuai standard ISO (International Standards Organisation) yang berdasarkan pada kekentalan (viskositas) rata-rata dalam centistokes 40° C. Contoh: ISOVG 46 = oli hidrolik dengan viskositas rata-rata 46 Cst @ 40° C.

a. Oli Transmisi dan Oli Mesin

Sejumlah aplikasi pemindahan tanah dan pertanian akan mengspesifikasi penggunaan oli mesin dan transmisi untuk sistem mesin hidrolik.

Sifat-sifat dan zat aditif

Untuk memberikan pengoperasian sistem hidrolik yang tepat dan terus menerus, maka zat aditif khusus dan jumlah aditif dicampurkan dalam oli murni. Paragraf dibawah ini menjelaskan tentang istilah-istilah yang paling umum dan zat aditif yang bisa dipakai pada cairan hidrolik.

b. Kekentalan (Viskositas)

Viskositas adalah ukuran kemampuan cairan untuk mengalir. Alat uji yang disebut dengan viskometer digunakan dan kuantitas ukuran cairan yang akan diuji dipanaskan terlebih dahulu untuk menguji temperaturnya (40° C untuk cairan hidrolik) dan waktu yang dihabiskan terhadap cairan tersebut untuk mengalir melalui orifice yang telah diukur akan dicatat. Pengkalkulasian cairan dihitung dengan jumlah viskositas dalam Cst (centistokes) atau SUS (kadang-kadang ditulis SSU) (Saybolt Universal Seconds). Satuan viskositas ini ditentukan oleh pabrik pembuat sesuai spesifikasi komponen hidrolik dan dengan berdasarkan pada kekentalannya, oli bisa diberi kadar oleh perusahaan oli itu sendiri dengan ISOVG atau dengan sistem penomoran SAE.

c. Indeks Kekentalan (VI)

Kekentalan (viskositas oli) berubah-ubah tergantung suhu oli sendiri - oli yang lebih panas , viskositasnya akan lebih rendah dari pada oli yang lebih dingin maka viskositasnya akan lebih tinggi. Tergantung pada campuran oli murni dan kuantitas zat aditif yang digunakan *jumlah perubahan viskositas bersama dengan perubahan temperatur akan berubah-ubah*. Jumlah perubahan ini diidentifikasi oleh suatu nomor dengan nomor yang lebih tinggi yang mengindikasikan perubahan terendah. Untuk sistem hidrolik, indeks kekentalan minimum adalah 90 bersama dengan aplikasi-aplikasi yang memerlukan 100+ Indeks Kekentalan. Untuk memperoleh Indeks Kekentalan yang lebih tinggi dari oli murni, maka bahan peningkat Indeks Kekentalan ditambahkan ke oli tersebut. Zat aditif ini terdiri dari khusus yang memiliki sifat-sifat untuk meningkatkan kekentalan bersama dengan peningkatan temperatur sehingga dapat melawan penurunan kekentalan oli murni.

d. Pelumasan

Kemampuan suatu oli untuk mengurangi gesekan (friksi) diantara komponen yang bergerak diklasifikasi sebagai pelumasan. Zat aditif khusus ditambahkan ke oli untuk meningkatkan sifat-sifat ini.

e. Anti-foam

Semua oli mengandung kuantitas udara yang terserap dan pada saat oli digetarkan, maka oli tersebut akan memunculkan udara dalam gelembung-gelembung kecil. Udara dapat menyebabkan adanya masalah dalam pengoperasian sistem, sehingga zat aditif biasanya akan mengurangi penyerapan volume udara yang ada dalam oli dan mempercepat pembuangan udara yang terperangkap selama masa digetarkan.

f. Resistansi Oksidasi

Oksigen dalam atmosfir bercampur dengan oli murni untuk membentuk lumpur, asam dan minyak rengas. Tindakan ini disebut dengan oksidasi dan pada saat oli dipanaskan dandigetarkan, proses oksidasi dipercepat. Zat kimia tambahan dalam oli yang disebut dengan inhibitor oksidasi membentuk suatu penghalang untuk mencegah atau paling tidak mengurangi terjadinya breakdown.

g. Penghambat Korosi

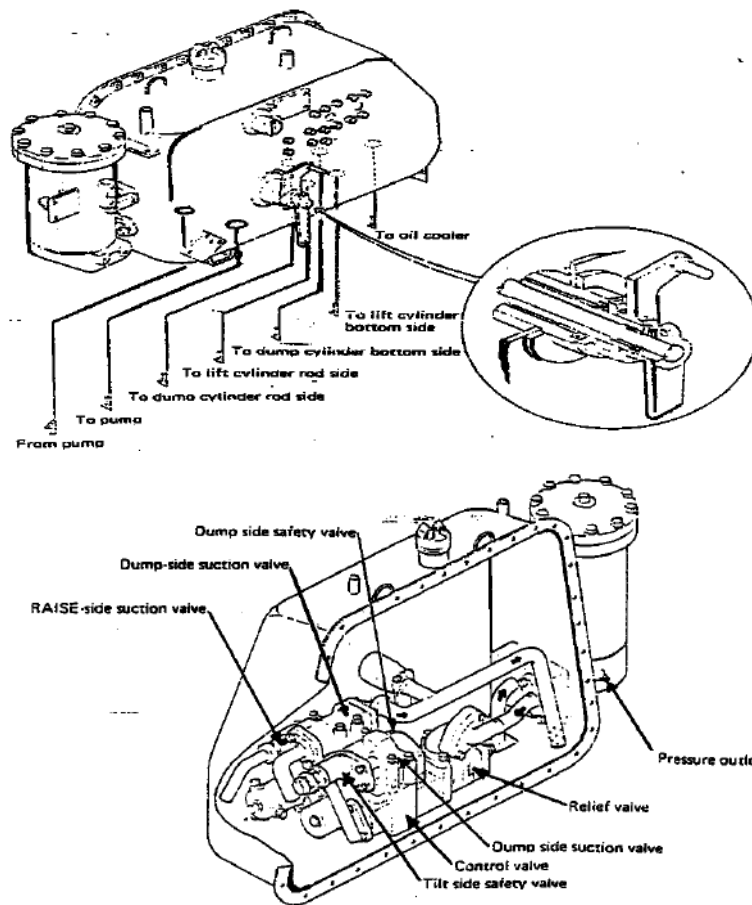
Zat kimia tambahan dimasukkan ke oli murni untuk memberikan perlindungan pada permukaan permesinan komponen bagian dalam. Zat aditif ini juga digunakan untuk meningkatkan pemisahan kelembaban dari oli (demulsifier) karena air adalah merupakan penyebab utama terjadinya korosi.

h. Kompatibilitas

Suatu cairan diukur kompatibilitasnya dengan seal, metal dan material lain yang digunakan dalam sistem hidrolik. Spesifikasi cairan akan menjelaskan material-material yang cocok dan yang tidak cocok.

2. Hidrolik tank

Hydraulic tank atau tangki hidrolik berfungsi sebagai tempat penampungan (penyediaan) oli dan juga dapat berfungsi sebagai pendingin oli yang kembali dari sistem tangki hidrolik ini ada juga yang berfungsi sebagai tempat kedudukan Control Valve. Hal ini tergantung dari konstruksi tangki hidrolik dan kegunaannya. Konstruksi tangki hidrolik dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Penempatan beberapa komponen hidrolik didalam tangki terdapat beberapa keuntungan, antara lain:

- a. Memperpendek hubungan antar komponen
- b. mengurangi kemungkinan masuknya kotoran kedalam system
- c. membuat system lebih kompak
- d. terhindar masuknya udara kedalam system hidrolik
- e. Mengurangi terjadinya aliran turbolensi pada system hidrolik.

Komponen hidrolik yang ditempatkan pada tangki, bukan merupakan bagian dari fungsi tangki. Fungsi tangki tetap yaitu sebagai penyimpan dan pendingin fluida hidrolik.

3. Pompa Hidrolik

Materi ini akan difokuskan pada jenis-jenis pompa yang digunakan di dalam sirkuit pompa-motor yang digunakan untuk menggerakkan mesin. Sebagian besar jenis pompa dapat digunakan di dalam sistem penggerak (*drive system*) yang menggunakan pompa dan motor. Namun demikian, kecuali beberapa aplikasi kecil, sederhana dan torsi rendah, pompa yang paling umum digunakan dalam sebagian besar untuk aplikasi berat (*heavy-duty*), torsi tinggi (*high-torque*), adalah pompa jenis piston.

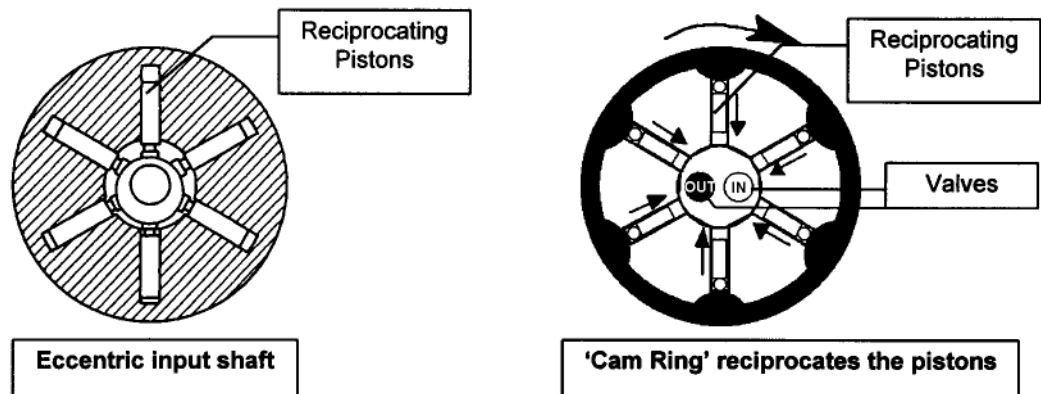
Sebagian besar sirkuit pompa-motor (*pump-motor circuit*) adalah sirkuit yang menggerakkan mesin seperti *track drive motor*, *scraper elevator chain drive*, dan aplikasi-aplikasi lain yang membutuhkan torsi keluaran (*output torque*) yang besar dan pengontrolan kecepatan yang akurat. Oleh karena itu, akan membatasi materi pada aplikasi-aplikasi ini dan memusatkan perhatian pada pompa jenis piston (*piston-type pump*) (dan motor).

a. Jenis-jenis Pompa Piston

Pompa-pompa yang menggunakan piston seperti elemen pemompaan dapat berupa:

1. Pompa dengan Piston radial

Piston di dalam pompa radial harus bergerak bolak-balik (maju mundur) di dalam bodi pompa (katup *inlet* dan *outlet* oli mengontrol arah aliran fluida) untuk menghasilkan aliran fluida ke dalam sirkuit hidrolik. Piston dapat dibuat bergerak maju mundur oleh poros input eksentrik (*eccentric input shaft*) yang terdapat di bagian pusat piston yang disusun secara radial atau oleh serangkaian *lobe* yang terdapat di dalam *cam ring* penggerak yang diposisikan di sekeliling lingkaran luar kumpulan piston.

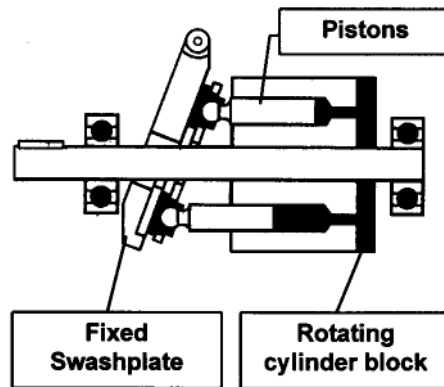


Katup (*valve*) dan *port* mengontrol aliran oli yang masuk ke, dan keluar dari, lubang-lubang silinder kecil dimana piston bergerak maju mundur. Pompa dengan piston radial umumnya berjenis *displacement* tetap (*fixed-displacement*).

2. Pompa dengan Piston Aksial

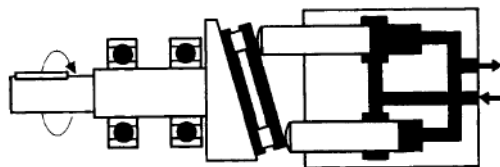
Pompa dengan piston aksial adalah jenis pompa yang paling umum digunakan di dalam sistem penggerak motor pompa pada peralatan berat (*heavy duty pump-motor drive system*). Hal ini dibenarkan karena aliran *output* perlu divariasikan. Rancangan pompa dengan piston aksial memungkinkan diaplikasikannya input yang dapat divariasikan (*variable output*) dengan mudah.

Seperti diketahui, pompa dengan piston aksial menghasilkan aliran dengan memutar *swashplate* serong/miring terhadap bagian ujung piston yang diposisikan secara aksial di sekeliling blok silinder permanen atau dengan memutar blok silinder dan piston terhadap *swashplate* permanen.



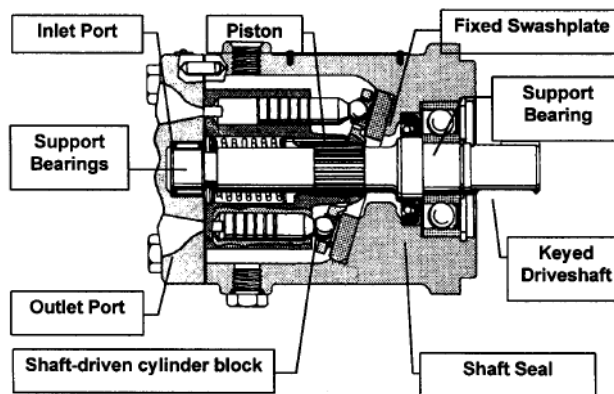
Keterangan Gambar:

Fixed swashplate = *Swashplate* permanen
Rotating cylinder block = blok silinder putar



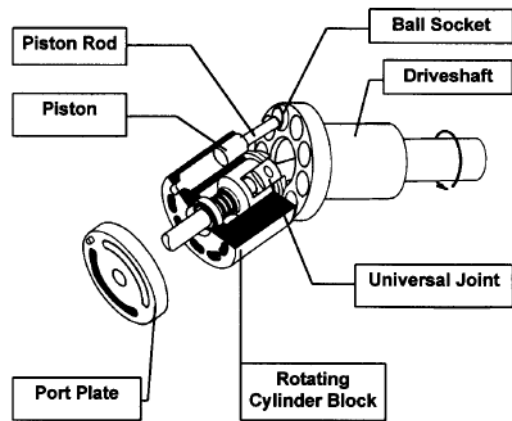
Karena rancangan yang kompleks atau rumit biasanya kurang handal, pompa yang paling umum digunakan adalah yang memutar blok silinder terhadap *swashplate* stasioner, seperti yang ditunjukkan pada gambar.

Jika *swashplate* diputar, maka sistem katup yang kompleks diperlukan untuk mengontrol aliran yang masuk ke, dan keluar dari, pompa.



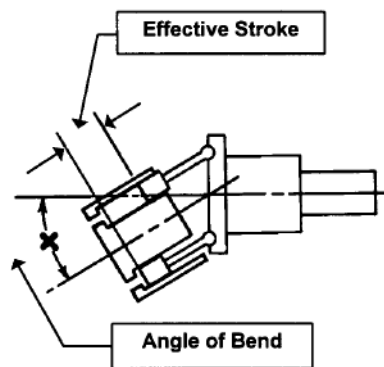
Pompa dengan piston aksial lainnya dirancang sedemikian rupa sehingga sudut yang membuat piston bergerak maju mundur dipertahankan walaupun semua komponen bagian dalam berputar sebagai satu kesatuan perangkat. Pompa-pompa jenis ini disebut pompa piston aksis bengkok (*bent axis piston pump*).

Piston dihubungkan dengan batang piston (*piston rod*) ke poros gerak (*drive shaft*) pada bola dan soket (*ball and socket*) atau sambungan fleksibel lainnya yang menempatkan masing-masing piston secara permanen pada posisi yang tetap pada poros gerak putar (*rotating drive shaft*). Karena poros yang dihubungkan secara universal menghubungkan poros gerak (*drive shaft*) dan blok silinder (*cylinder block*), seluruh perangkat bergerak sebagai satu kesatuan perangkat.

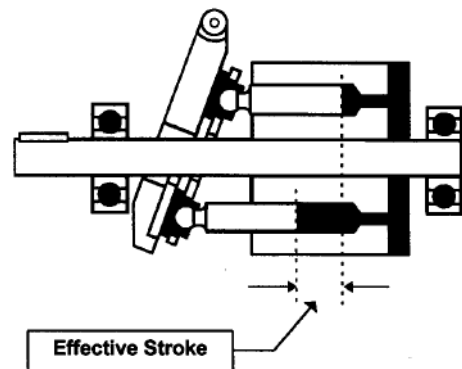


Displacement Yang Dapat Divariasikan (Variable displacement)

Pada semua pompa dengan piston aksial, baik jenis *piston/swashplate* ataupun aksis bengkok (*bent axis*), output tergantung pada langkah efektif (*effective stroke*) piston dan kecepatan putar pompa.

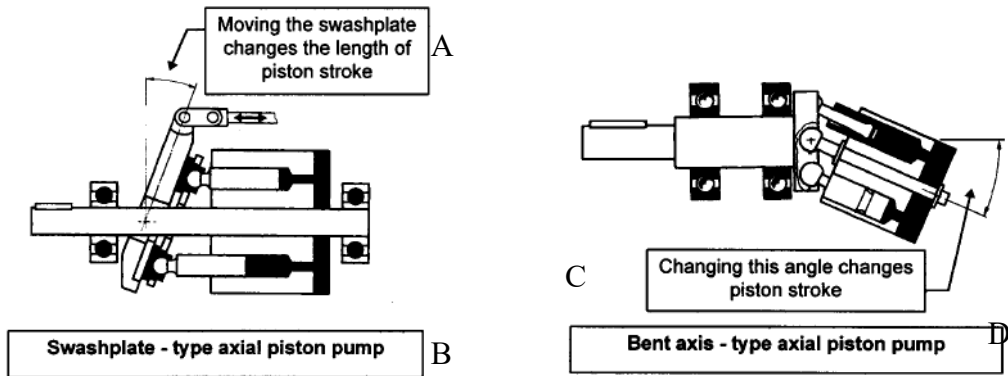


Gambar Sudut aksis



Gambar Sudut swashplate

Pompa dengan piston aksial jenis *swashplate* maupun jenis aksis bengkok (*bent axis*) dapat dibuat untuk memberikan *displacement* yang dapat disetel (berapa kali pompaan per putar) dengan memvariasikan tumbukan (*stroke*) piston yang efektif.



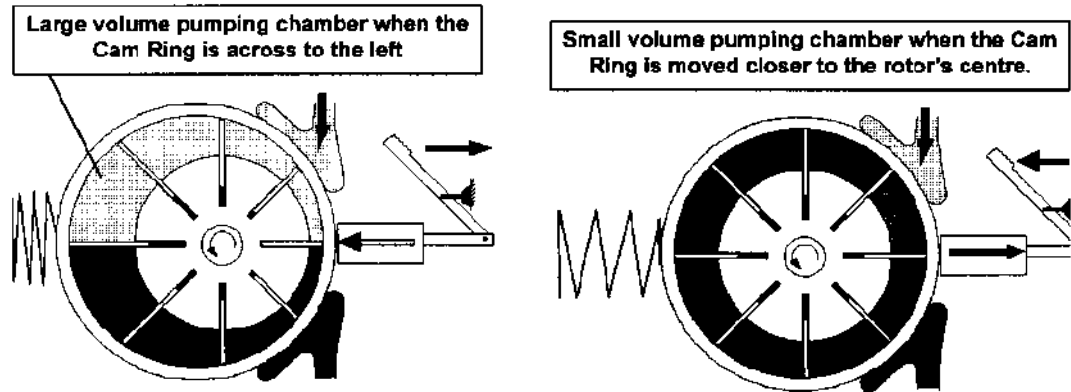
Keterangan gambar:

- (A) Menggerakkan *swashplate* berarti mengubah jarak langkah (*stroke*) piston
- (B) Pompa dengan piston aksial jenis *swashplate*
- (C) Mengubah sudut ini berarti mengubah jarak langkah (*stroke*) piston
- (D) Pompa dengan piston aksial jenis aksis bengkok.

3. Pompa Baling-baling (*Vane Pump*)

Pompa jenis baling-baling (jenis yang tidak seimbang) tidak umum digunakan dalam aplikasi pompa - motor yang membutuhkan daya berat (*heavy duty*) dan torsi tinggi. Aplikasi ringan (*light duty*) dapat dijumpai di lokasi kerja dimana pompa baling-baling dengan *displacement* yang dapat divariasikan (*variable displacement*).

Jika *displacement* pompa jenis baling-baling diubah, maka dapat memungkinkannya memindahkan posisi *cam ring* untuk memperkecil volume ruang pompa (*pumping chamber*).



Pengaliran maksimum

Ruang pemompaan besar bila *cam Ring* sampai ke sebelah kiri

Tidak ada pengaliran

Ruang pemompaan kecil bila *Cam Ring* bergerak lebih dekat ke bagian pusat rotor.

4. Katup kontrol

Dalam system hidrolik banyak menggunakan berbagai macam katup, yang berfungsi untuk mengendalikan aliran dan tekanan fluida.

a. Katup tekanan

Katup kontrol tekanan adalah Katup yang mengontrol tekanan rangkaian system hidrolik.

b. Katup relif

Katup yang membatasi tekanan rangkaian maksimum, mencegah bagian tekanan rangkaian menjadi tekanan dengan beban berlebihan, dan mengontrol torsi yang dibangkitkan oleh motor dan silinder hidrolik. Katup relis sederhana (operasi yang dijelaskan dalam Modul dasar-dasar hidrolik) digunakan apabila perlindungan beban berlebihan diperlukan karena katuprelif ini bereaksi untuk menambah

tekanan dengan cepat. Namun demikian, katup relif memiliki tingkat override yang sangat tinggi (perbedaan antara tekanan retaknya dengan tekanan aliran penuh), oleh karena itu untuk mengontrol tekanan operasi rangkaian, maka gunakan katup yang kompleks bersama dengan penyimpanan kecil dari penggunaan normal. Jenis katup relif piston yang seimbang beroperasi dengan penyimpanan yang sangat kecil.

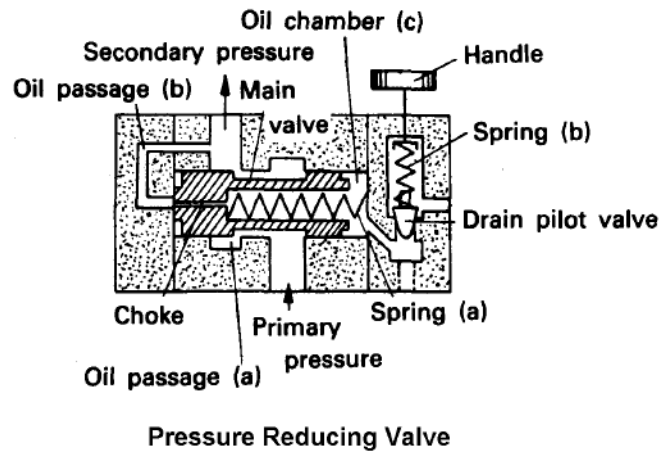
c. Katup relif jenis piston seimbang

Spool utama ditekan melawan dudukan katup utama bersama dengan tekanan awal konstruksi dengan menggunakan main spool pegas. Katup pilot ditekan berlawanan dengan dudukan katup pilot melalui pegas pilot, tekanannya dapat disetel melalui handle.

Apabila aktuator dipengaruhi oleh beban dan tekanan oli pada bagian A, maka tekanan oli merubah katup pilot ke kanan setelah lewat melalui A ke choke pada bagian B. Apabila tekanan oli melebihi tekanan pegas pilot, maka katup pilot akan terbuka dan membiarkan oli mengalir melalui A dan b terus C ke D dan E. Apabila beban meningkat lagi, maka choke yang bertempat di A dan B menjadi terangkat, sehingga menimbulkan perbedaan tekanan antara A dan B. Apabila perbedaan tekanan ini melebihi gaya main spool pegas, maka spool utama akan naik, dan dudukan katup utama akan terbuka, serta membiarkan oli tekanan tinggi dalam rangkaian mengalir ke dalam tangki E. Kemudian, dicegah naiknya tekanan A

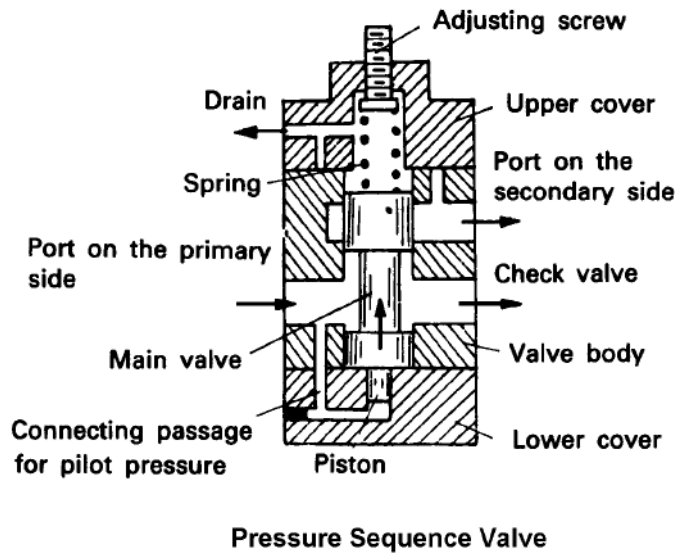
d. Katup Pengurang Tekanan

Katup ini digunakan untuk menurunkan tekanan dalam rangkaian yang lebih banyak dari rangkaian utama. Hal ini secara normal disebut katup terbuka.



e. Katup rangkaian

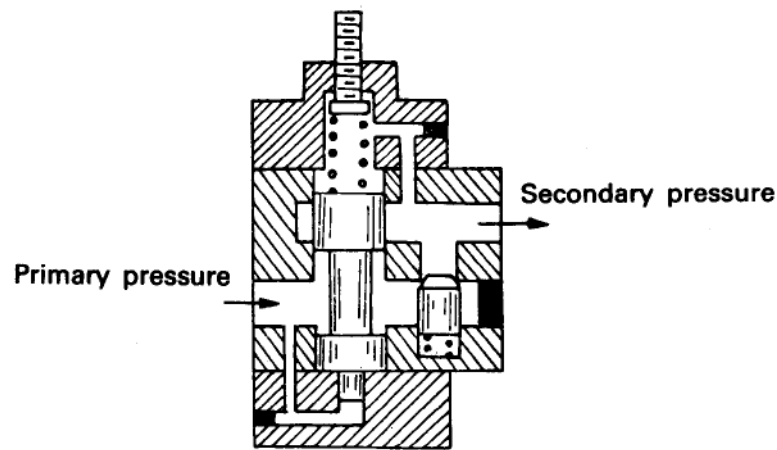
Katup ini digunakan untuk mengontrol fungsi aktuator hidrolik yang serangkaian dengan tekanan rangkaian. Katup ini dikonstruksi sama dengan katup relif tetapi memiliki ruang pegas yang dialirkan secara terpisah ke reservoir. Katup ini juga memiliki check valve aliran balik integral. Katup ini secara normal merupakan katup tertutup.



f. Katup Penyeimbang (Counter-balance)

Katup yang mencegah jalannya aktuator jauh ke depan karena adanya beban kecepatan yang terkontrol dan terpelihara. Katup ini

bekerja dengan cara memberikan resistansi untuk mengalir sampai tekanan preset tercapai. Katup penyeimbang memiliki check valve aliran pembalik integral.



Counterbalance Valve

g. Katup Kontrol Aliran (kontrol kecepatan)

Katup yang menghambat aliran pipa untuk mengontrol volume aliran oli supaya kecepatan motor hidrolis dan silinder dapat dikontrol pada pompa hidrolis displacement tetap digunakan.

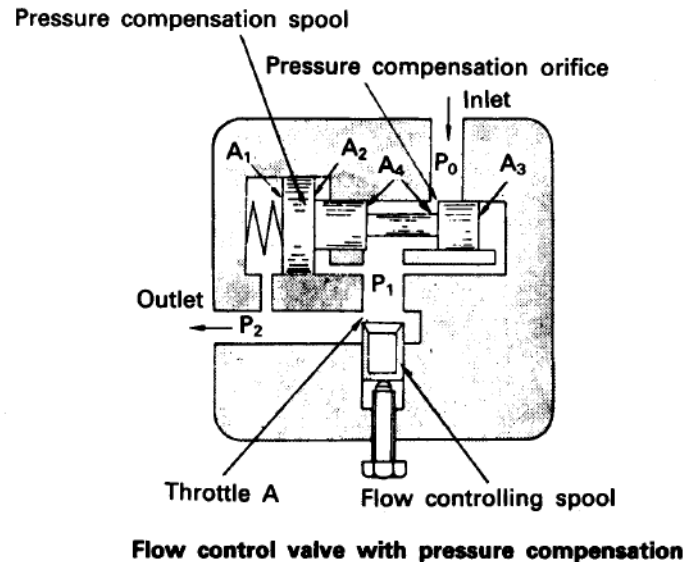
h. Katup penghambat

Katup yang mengontrol jumlah aliran dengan cara menghambat resistansi dalam katup, tetapi berubah sesuai perubahan tekanan sebelum dan dibelakang katup. Katup ini bisa disetel secara sederhana (katup niddle) atau hambatan tetap pada aliran (orifice).

i. Katup kontrol aliran dengan kompensasi tekanan

Katup ini memiliki mekanisme kompensasi tekanan untuk menjaga perbedaan tekana pre-design sebelum dan di belakang katup penghambat. Dengan melakukan ini, volume aliran dapat dijaga agar tetap konstant tanpa memperhatikan fluktuasi tekanan sebelum dan di belakang katup. Design orifice kompensasi tekanan secara normal akan memberikan perubahan kekentalan yagn disebabkan karena

temperatur. Beberapa design mungkin memiliki pegas yang terbuat dari bi-metal yang akan mengkompensasi perubahan temperatur.



j. Katup pembagi aliran

Katup yang membagi oli yang mengalir masuk ke dua aliran hidrolis yang memiliki tekanan yang berbeda dari sumber tenaga tanpa memperhatikan tekanan alirannya. Jenis katup ini bisa digunakan untuk membagi aliran dari satu pompa hidrolis atau sumber ke dalam dua rangkaian kemudi traktor crawler. Kedua rangkaian ini bisa beroperasi, bebas dari yang lainnya.

Pada aplikasi di industri, apabila aliran harus dibagi dengan sangat akurat atau apabila aliran ini dibagi menjadi lebih dari dua aliran, maka harus ada beberapa alat pembagi aliran rotary yang dipasang dan dihubungkan dengan motor hidrolis.

k. Katup kontrol directional

Katup yang mengalirkan aliran oli atau menghentikan aliran supaya aktuator dapat dioperasikan ke belakang dan kemuka atau menahannya di bagian tengah, dan dioperasikan dengan tenaga eksternal (tenaga manusia, solenoid atau tenaga mekanis).

Katup directional diproduksi dengan banyak konfigurasi tergantung jumlah pintunya dan posisi operasinya tetapi katup yang umum digunakan untuk rangkaian hidrolis akan menjadi katup jenis spool 2 posisi - 4 way (2/4) atau 3 posisi - 4 way (3/4). Pada mesin pemindah tanah, katup directionalnya untuk blade, dump body, busket bisa memiliki 4 posisi (4/4), posisi depan akan memberikan float silinder penuh.

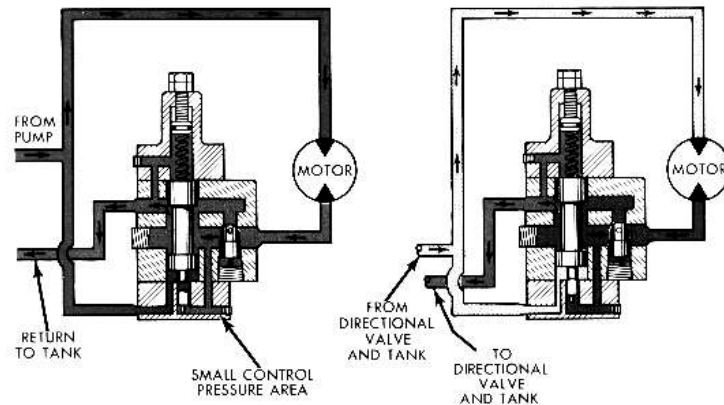
I. Katup Rem (Brake Valve)

Aplikasi brake valve mirip dengan penyeimbangan (counterbalancing). Brake valve digunakan pada sirkuit motor hidrolis untuk memberikan tekanan balik bagi kontrol selama operasi dan menghentikan motor ketika sirkuit dalam keadaan netral.

Kontrol dipengaruhi oleh dua bidang tekanan dengan perbandingan sebesar 8 sampai 1. Piston kecil dihubungkan secara internal ke tekanan pada primary port. Hubungan eksternal dari port saluran tekanan (pressure line port) memberikan tekanan operasi di bawah valve spool yang luasnya delapan kali luas piston.

Pada pandangan A, beban sedang dipercepat dari sebuah titik pemberhentian. Selama percepatan, nilai torsi motor berada pada titik paling tinggi, jadi besar tekanan berada pada titik maksimum. Dengan adanya tekanan operasi di bawah spool besar, valve pengereman (brake valve) dipaksa terbuka lebar dan aliran exhaust (buangan) dari motor dapat keluar tanpa hambatan. Setelah motor bergerak pada suatu kecepatan, bukaan valve akan berubah untuk menimbulkan tekanan balik jika terjadi overrun oleh motor terhadap tekanan (delivery) pompa. Setiap overrun akan menyebabkan jatuhnya tekanan instan atau seketika pada bidang yang luas di bawah spool. Kemudian, tekanan di bawah saluran exhaust, yang bekerja di bawah piston kecil, akan mengoperasikan valve seperti valve penyeimbang (counterbalance valve) hingga tekanan pompa terimbangi.

Pandangan B menunjukkan operasi dalam netral. Pompa dikosongkan melalui valve arah dan motor sedang digerakkan oleh inersia bebannya. Tekanan balik yang ditimbulkan oleh pegas valve yang seimbang dengan tekanan di bawah piston kecil memperlambat motor. Check valve internal membiarkan aliran bebas balik untuk mengubah motor ke arah yang berlawanan.



A. Kondisi kerja normal

B. Kondisi pengereman

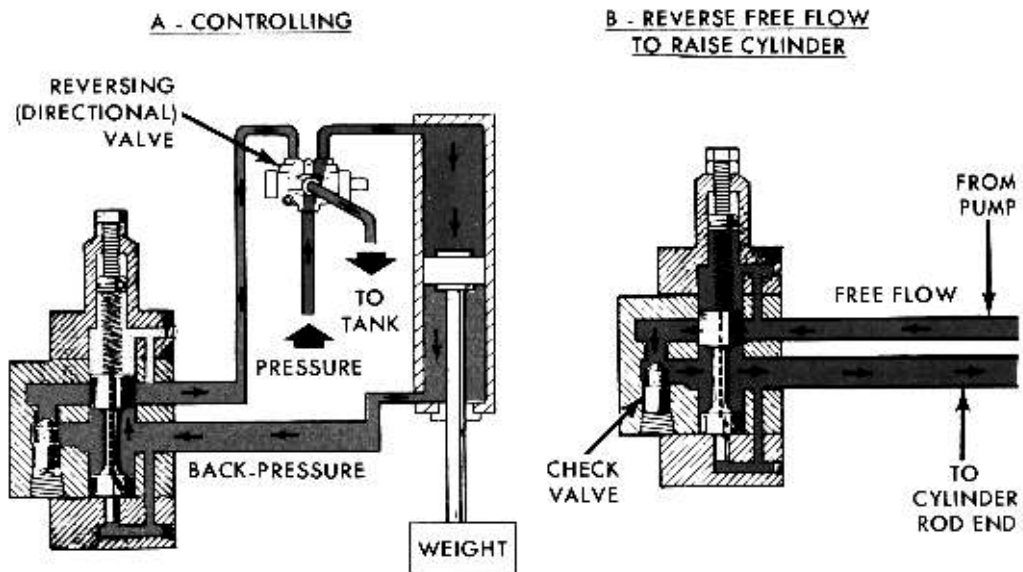
m. Katup Penyeimbang (Counter Balance Valve) Jenis “Rc”

Katup “RC” dapat juga digunakan sebagai valve penyeimbang. Pada aplikasi ini, valve dioperasikan dan didrainasi secara internal. Port primer dihubungkan ke port yang lebih rendah pada sebuah silinder tegak atau vertikal dan port sekunder dihubungkan ke valve pembalik (reversing valve). Fungsinya adalah untuk menimbulkan tekanan balik di bawah piston silinder sehingga pompa akan menentukan laju gerakan turun dari pada gravitasi.

Valve disetel pada tekanan lebih tinggi dari tekanan yang dapat dihasilkan oleh beratnya. Dengan demikian, aliran pompa dialihkan ke tempat lain, oli balik dari silinder diblokir dan tetap tersetel/terkendali. Ketika tekanan pompa diarahkan ke bagian atas silinder, tekanan ini menekan atau memaksa piston turun ke bawah (Pandangan A). Aliran balik meningkatkan tekanan pada valve penyeimbang. Spool bergerak ke atas ke trotel (throttle), arus balik

kembali ke valve pembalik (reversing valve) dan ke tangki. Jika silinder harus bergerak karena gravitasi, tekanan balik akan menurun, dan valve akan segera tertutup. Tekanan balik dijaga selama langkah atau stroke ke arah bawah.

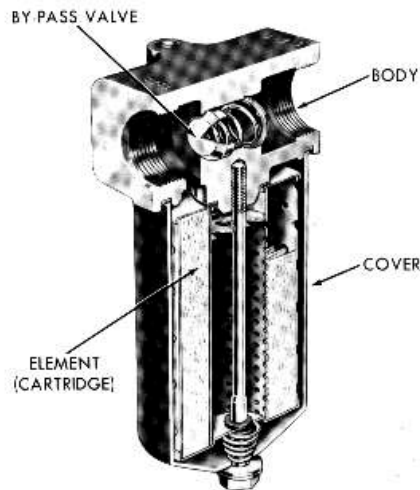
By-pass check valve memungkinkan arus bebas mengalir di bawah piston ketika valve pembalik diubah untuk menaikkan beban.



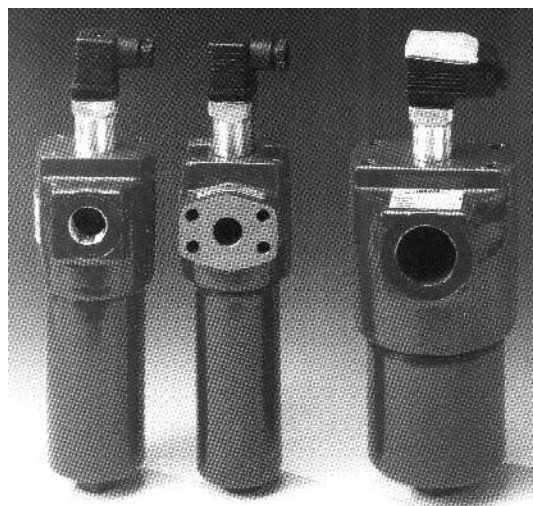
5. Filter

Filter adalah komponen hidrolik yang berfungsi untuk mengikat atau menyaring kotoran fluida dengan menggunakan tiga cara umum yaitu :

- Mekanik, terbuat dari saringan anyaman logam atau lapisan-lapisan piringan
- Filter Penyerap (tidak aktif) terbuat dari cotton (katun), wood pulp (pulp kayu), cloth (kain) atau resin -impregnated paper (kertas yang diberi lem). Filter ini mampu menyaring kotoran kotoran yang lebih halus dari filter mekanik.



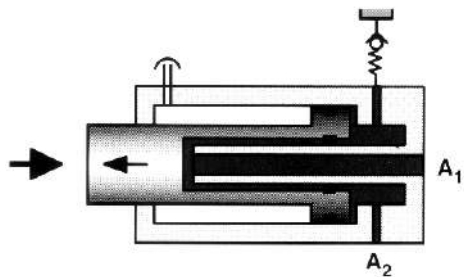
- c. Filter Penyerap (Aktif), terbuat dari charcoal dan fuller earth, filter jenis ini tidak cocok untuk sistem hidrolik, oleh karena filter ini akan menghilangkan aditif pada oli hidrolik. Dari ketiga cara tersebut filter mekanik yang paling baik untuk sistem hidrolik.



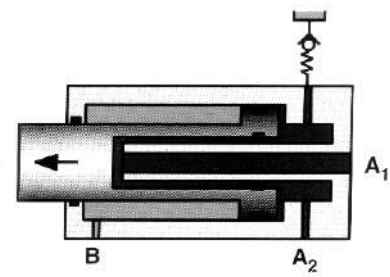
Gambar 1-22
Pressure line filter

6. Aktuator

Aktuator adalah komponen hidrolik yang mengubah gerakan dari daya hidrolik menjadi daya mekanik, biasanya gerakan mekaniknya dapat berupa gerakan linier (misalnya : piston) dan gerakan berputar atau rotary (contoh : motor), dimana pada aktuator linier terdapat 2 jenis piston, yaitu Double acting silinder dan Single acting silinder.

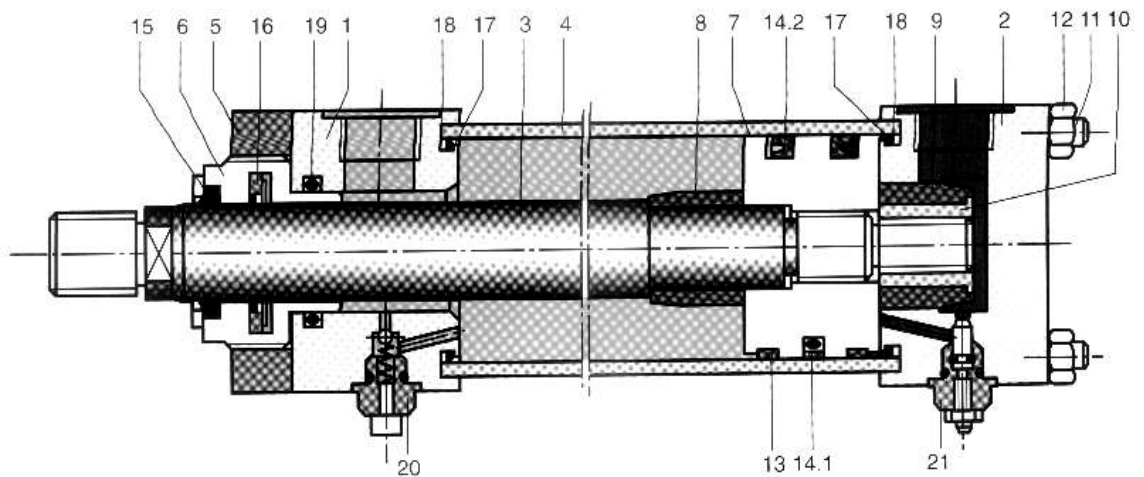


Gambar 1.4 Single Acting Cilinder



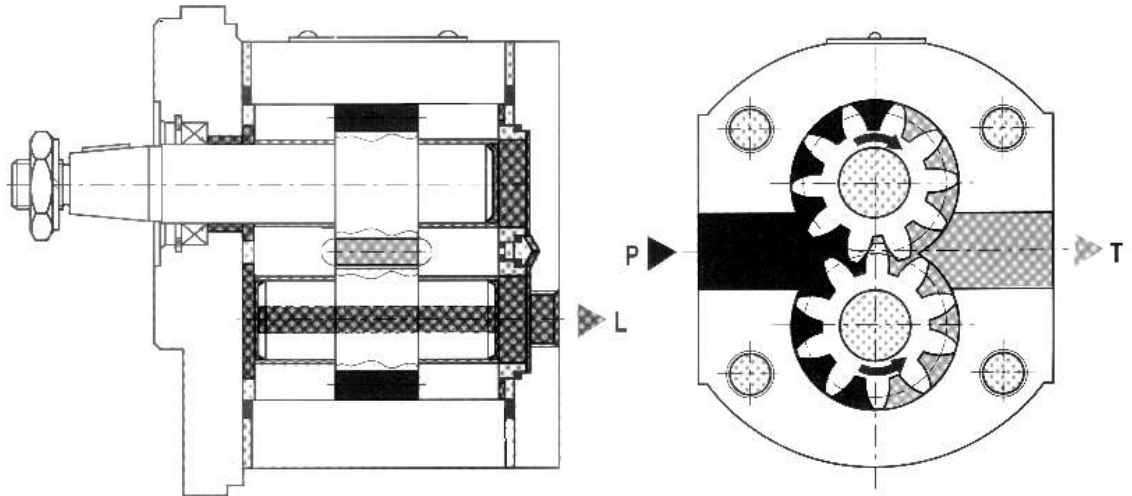
Gambar 1.5 Double acting Cylinder

Bagian-bagian pada silinder seperti gambar dibawah ini.

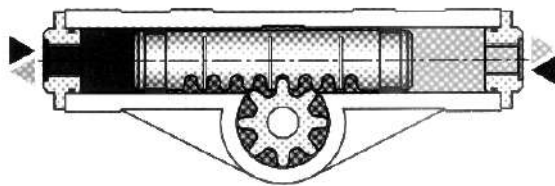


- | | | |
|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Cap (model "A") | 8. Damping sleeve | 14. 2 Piston seal |
| 2. Base | 9. Damping sleeve | 15. Wiper |
| 3. Piston rod | 10. Threaded sleeve | 16. Rod seal |
| 4. Cylinder tube | 11. Tire rod | 17. O ring |
| 5. Flange | 12. Nut | 18. Back up ring |
| 6. Guide Bush | 13. Bearing Band | 19. O ring |
| 7. Piston | 14.1 Piston seal (model " T ") | 20. Check valve with bleed |
| | | 21. Throttle valve |

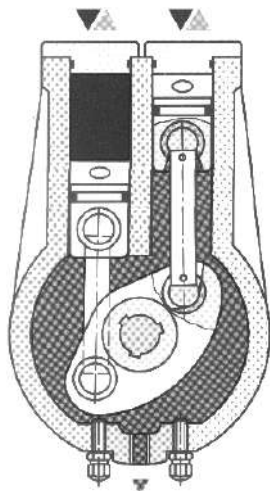
Sedangkan penyebab dari gerakan berputar adalah motor. Gambar berikut ini adalah salah satu dari sekian banyak jenis motor.



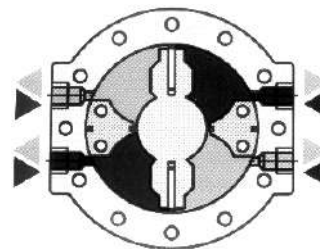
Gambar 1.7
Gear motor, type G2



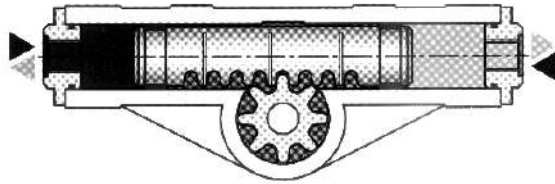
Gambar 1-8
In-line piston/rotary actuator operated via double rod cylinder and rack and pinion output



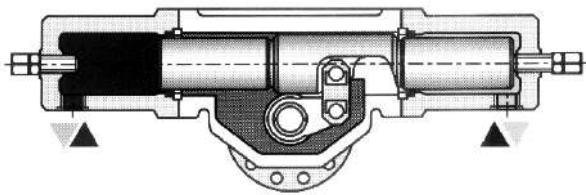
Gambar 1-9
Parallel piston/rotary actuator



Gambar 1-10
Vane type rotary actuator with double vanes



Gambar 1-11
In-line piston/rotary actuator operated via double rod cylinder and rack and pinion output



Gambar 1-12
In-Line piston/rotary actuator with connecting rod drive

E. Perangkat Tambahan Pada Sistem Hidrolik

1. **Flow Meter** : adalah suatu alat bantu pada sistem hidrolik, dimana flow meter ini biasanya digunakan untuk mengukur kecepatan aliran fluida, baik sebelum melewati valve maupun sesudah melewati valve.
2. **Pressure Gauge** : adalah suatu alat bantu pada sistem hidrolik yang berfungsi untuk mengukur tekanan kerja dari suatu sistem, satuan yang digunakan pada pressure gauge ini biasanya bar , lbf / inchi atau N/m^2



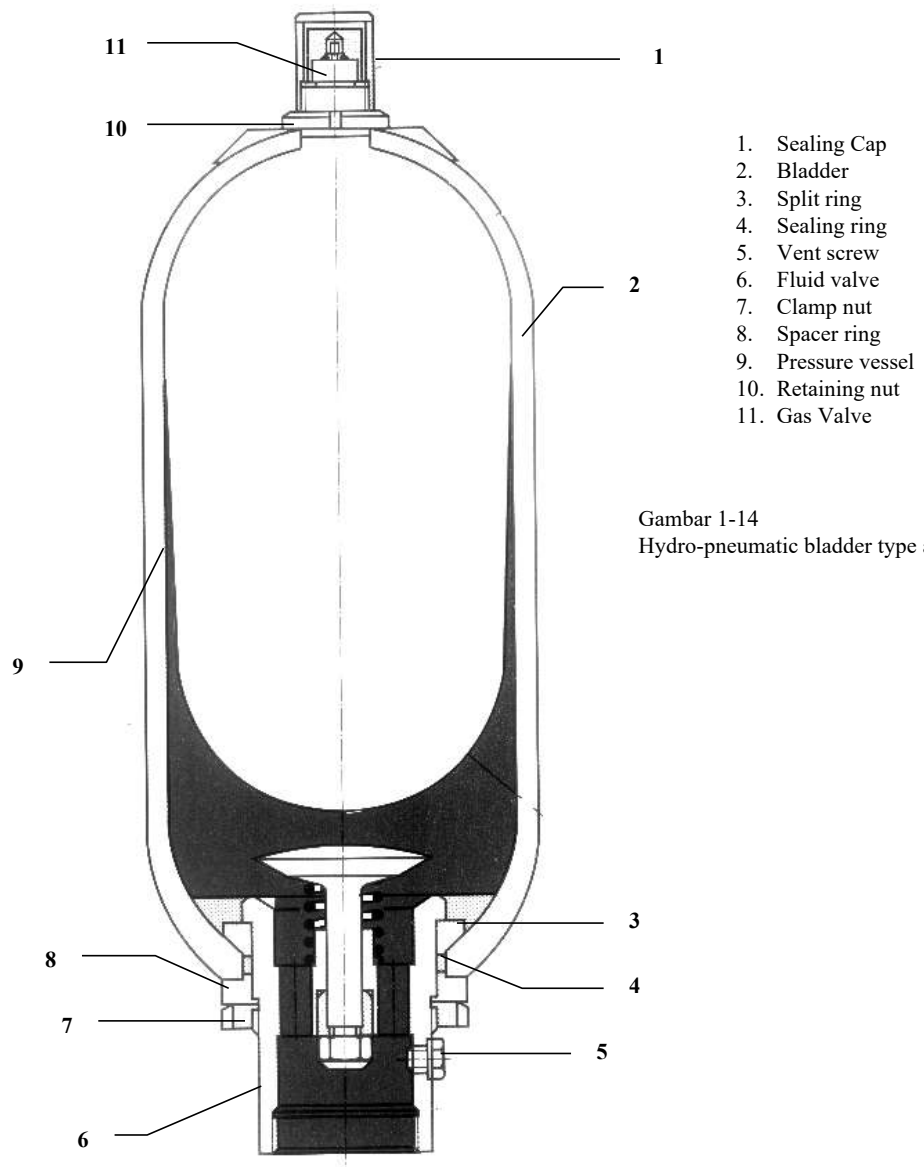
Pressure gauge with diaphragm



Pressure gauge with bourdon tube

3. **Akumulator** : adalah suatu komponen hidrolik yang berupa tabung dimana fungsi akumulator tersebut untuk menyimpan fluida bertekanan, disamping itu juga fungsi akumulator untuk meredam kejutan pada sistem hidrolik. Pada akumulator terdapat beberapa jenis, diantaranya :

- Akumulator tipe spring (pegas)
- Akumulator tipe piston
- Akumulator tipe Bladder
- Akumulator tipe Membrane
- Akumulator tipe weight loaded



1. Sealing Cap
2. Bladder
3. Split ring
4. Sealing ring
5. Vent screw
6. Fluid valve
7. Clamp nut
8. Spacer ring
9. Pressure vessel
10. Retaining nut
11. Gas Valve

Gambar 1-14
Hydro-pneumatic bladder type accumulator

Konstruksi Akumulator

4. Meter in, Meter out dan Bleed off

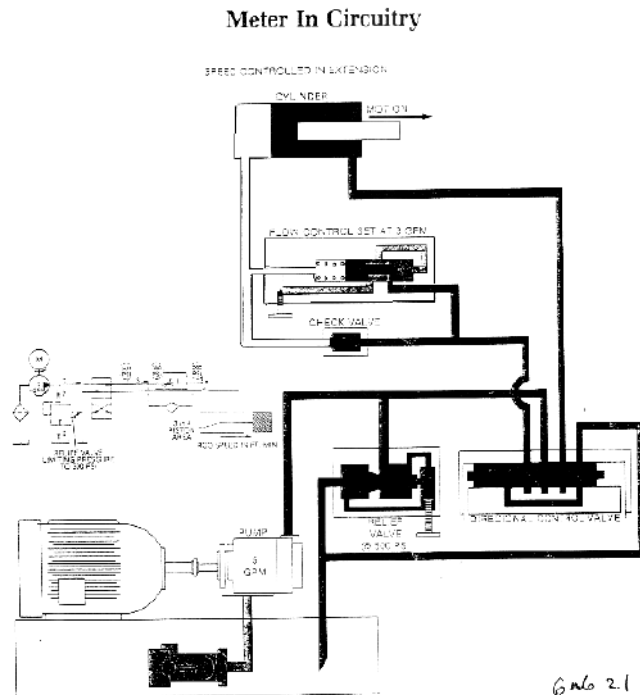
Meter in

Adalah suatu sistem hidrolik dimana input sistem tersebut harus diatur jumlah aliran fluidanya, agar tidak membahayakan sistem hidrolik tersebut.

Meter Out

Adalah suatu hidrolik dimana output sistem tersebut harus diatur jumlah aliran fluidanya agar gerakan piston atau komponen yang lain jadi lembut.

Untuk perbedaan selintas antara meter in dan meter out, lihatlah konstruksi rangkaian sederhananya pada gambar berikut ini :



Gambar 2-1

Keterangan prinsip operasi meter in

Pada rangkaian meter in, kontrol aliran (flow control) dipasang sebelum fluida masuk ke silinder (flow control dipasang diantara aktuator dan pompa hidrolik).

Sehingga disini fluida yang akan masuk kedalam aktuator akan berkurang misalnya fluida yang keluar dari pompa sebesar 5 galon per menit, maka oleh flow kontrol yang dialirkan menuju ke aktuator menjadi 3 galon per menit, Sedangkan yang 2 galon dialirkan kembali menuju reservoir melalui relief valve (lihat gambar 2-1)

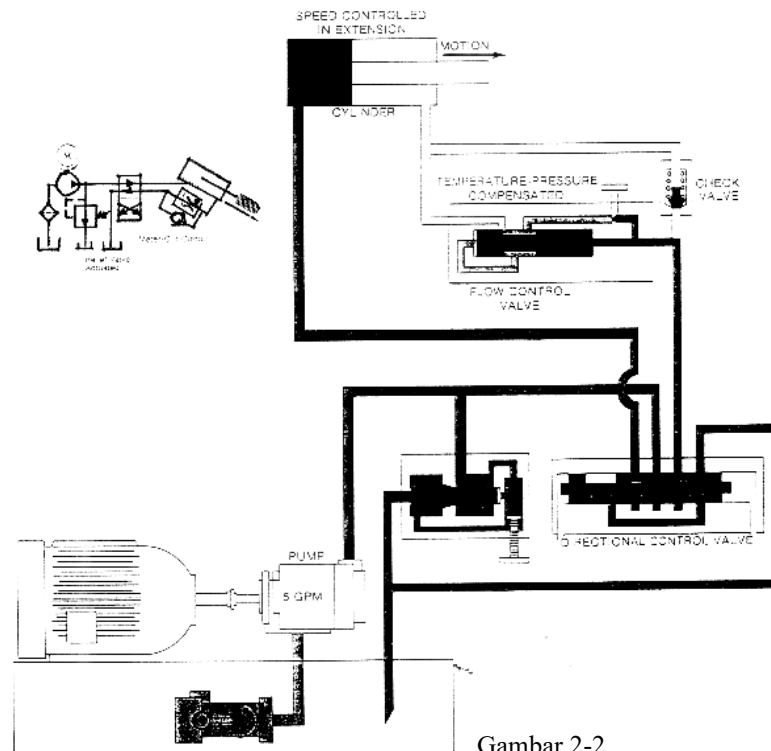
Sehingga tekanan kerja yang berasal dari directional control valve cukup besar dapat diatur (diturunkan) melalui control valve ini, dan akibatnya gerakan aktuator pun terkontrol dengan baik.

Keuntungan rangkaian meter in

Pada rangkaian ini gerakan silinder dapat diatur dengan baik oleh flow control valve, disamping itu pula tekanan fluida yang masuk ke aktuator tidak terlalu besar hal ini disebabkan sebagian tekanan fluida dialirkan kembali ke reservoir melalui relief valve.

Kekurangan dari meter in adalah bahwa beban dapat bergeser karena tidak ada penahan pada aliran ke luar.

Meter Out Circuitry



Gambar 2-2

Keterangan prinsip operasi meter out

Pada rangkaian meter out, komponen flow control valve diletakkan setelah aktuator, sehingga fluida yang keluar dari pada pompa tanpa dikurangi aliran fluidanya langsung ke aktuator melalui directional control valve, akibatnya aktuator akan bergerak maju dengan secepat dari pengaturan meter-out yang diperbolehkan.

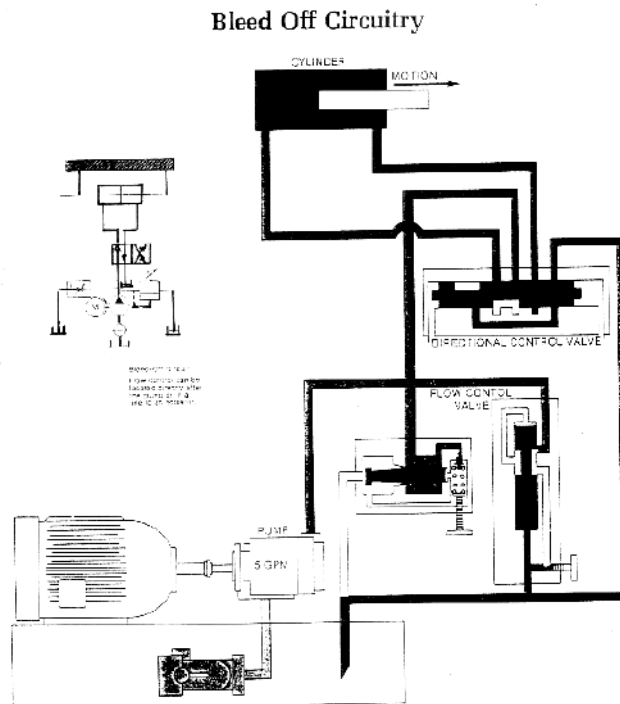
Pada rangkaian motor out ini tidak terdapat drop pressure (penurunan tekanan).

Contoh rangkaian ini biasanya digunakan pada mesin boring (melebarkan lubang) , mesin drilling (pembuat lubang) dan mesin potong (sawing).

Kecepatan yang tidak terkontrol saat benda sudah terpotong adalah sangat berbahaya.

Keuntungan rangkaian meter out

Tenaga (tekanan) yang dihasilkan pada rangkaian ini cukup besar karena tidak terjadi drop tekanan hanya pada rangkaian meter in.



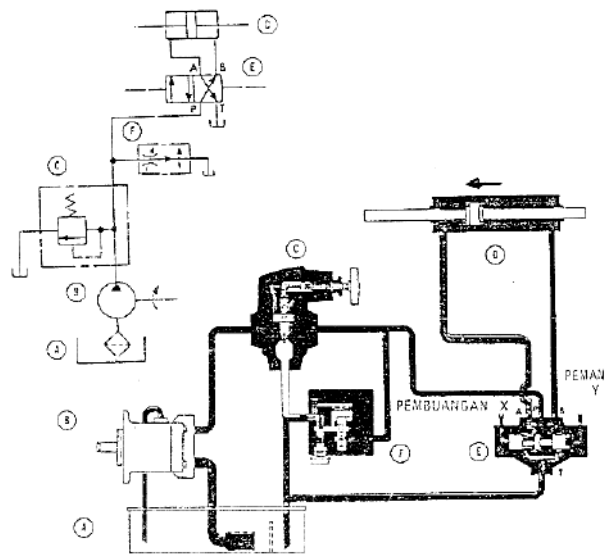
Gambar 2-3
Keterangan prinsip operasi Bleed off circuit

F. Prinsip Kerja Aliran Fluida

Fluida yang mengalir dari tangki (A) menuju ke pompa (B) melalui filter, setelah melalui pompa aliran fluida di cabang menjadi tiga jalan, sebagian menuju ke relief valve (C) yang masih tertutup (A) (Reservoir) dan sebagian dialirkan ke kontrol aliran (Flow kontrol) yang distel pada tekanan dibawah relief valve oleh Flow Kontrol yang distel pada tekanan dibawah relief valve diteruskan ke tangki. Sedangkan aliran yang terakhir diteruskan ke directional control valve (E) masuk melalui titik P dan keluar melalui titik A untuk diteruskan ke silinder (D), sehingga piston rod bergerak maju (bergerak keluar) pada kecepatan yang berkurang.

Pada silinder rod keluar maka fluida yang berada dibelakang piston rod akan terdorong (tertekan) keluar melalui directional control valve (D) yang masuk melalui titik B dan menuju ke tangki (reservoir A). Pada posisi maksimum, tekanan fluida akan naik sehingga sebagian fluida akan mengalir melalui relief valve dan melalui flow control valve ke tangki.

Untuk gerakan mundur kontrol Bleed Off seperti gambar rangkaian dibawah ini.



KONTROL ALIRAN BLEED-OFF, SILINDER BERGERAK MUNDUR

Saat kedua ruang sisi silinder telah dipenuhi oleh fluida sebagian fluida akan melalui bleed off ke tangki untuk mencapai kecepatan silinder yang dikehendaki. Dan ketika silinder mencapai posisi maju atau mundur maksimum maka tekanan fluida akan naik menuju tekanan maksimum sistem, maka relief valve akan terbuka sehingga fluida akan mengalir menuju tangki.

Sistem hidrolik banyak sekali penggunaannya dibidang industri, misalnya saja pada fork lift, traktor, serta sistem rem pada mobil.

Berikut ini contoh sistem rangkaian hidrolik yang digunakan untuk pemakaian dengan perubahan beban rangkaian tersebut diatas

biasanya digunakan pada Dump truck, dimana elemen pengangkatnya dapat berubah-ubah posisinya. (miring, dsb.)

BAB III

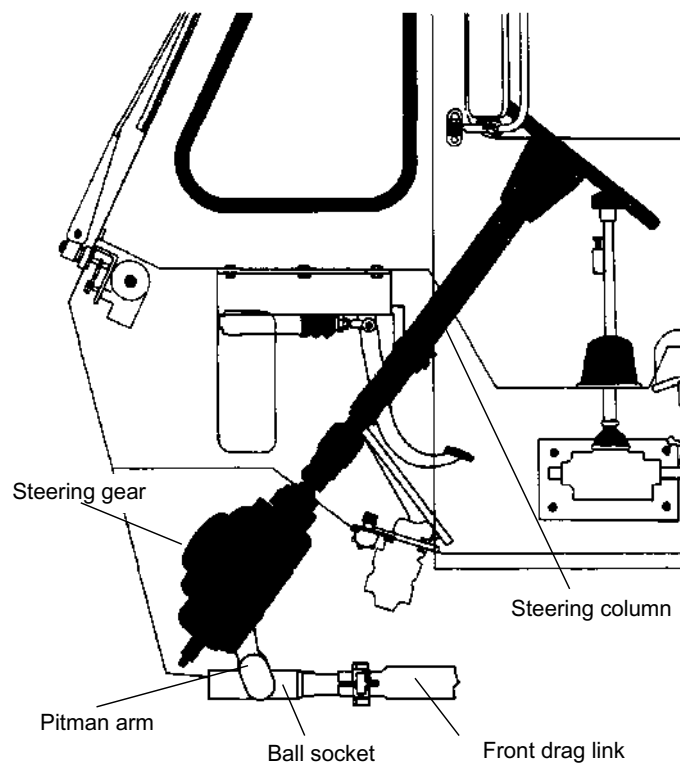
POWER STEERING INTEGRAL

D. Definisi Power Steering

Tujuan dari sistem *power steering* adalah:

1. Meminimalisasi usaha *steering* yang diperlukan operator
2. Meningkatkan respon *steering*
3. Memastikan tingkat kontrol keamanan yang lebih tinggi pada kendaraan di semua kondisi pengoperasian.

Di dalam modul ini, Anda akan mempelajari apakah beberapa roda gigi *power steering* integral memiliki rasio yang dapat disetel. Hal ini berarti rasio tetap konstan untuk (katakanlah) 15:1 untuk rotasi 45° **pertama** dari posisi lurus kedepan ke kiri atau ke kanan dan secara berangsur-angsur menjadi, mungkin, 10:1 di akhir putaran penuh ke kiri atau ke kanan. Asio variabel ini dilakukan dengan **mengubah** profil gigi dari roda gigi sektor (*sector gear*) dan *rack track*.



Perangkat *steering* pada loader ukuran kecil

Jika Anda mengingat HDM421 *Basic Steering, steering knuckle* (dari *spindle*) ditahan dengan *kingpin* ke poros depan, atau dengan dua *kingpins* ke poros penggerak bagian depan. Atau dengan kemungkinan lain, dua sambungan bola (*ball joints*) mungkin disesuaikan ke lengan pengontrol atas dan bawah yang merupakan titik paksi (*pivot points*) dari roda-roda depan.

E. Sistem Power Steering

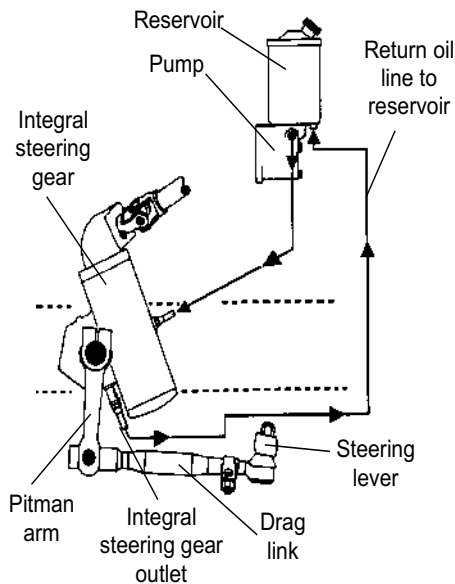
Istilah '*power steering*' sering digunakan sebagai istilah untuk mendeskripsikan sebagian besar jenis sistem *steering*, akan tetapi, istilah tersebut secara khusus tertuju pada sistem *steering* pada rancangan 'hidrostatik'. Sistem lainnya sebenarnya adalah roda gigi *steering* manual 'yang diberi daya (*power assisted*)', meskipun sesungguhnya sistem-sistem tersebut salah ditafsirkan sebagai '*power steering*'.

Sebagai pedoman umum, semua sistem *power steering* menggunakan komponen yang sama dan menggunakan oli yang diberi tekanan untuk membantu usaha kerja dan pengontrolan *steering*. Akan tetapi, ada satu perbedaan utama antara sistem-sistem *power steering*, dan lokasi unit *power-assist control* (*steering valve*) dan silinder hidrolis (*steering booster*). Contohnya, posisi atau lokasi komponen-komponen menentukan jenis sistem *power steering*, dan beberapa contoh diberikan di bawah ini.

1. Apabila unit pengontrol (katup *steering*) dan *booster cylinder* berada **di dalam roda gigi *steering***, sistem *power steering* demikian disebut sistem *power steering* integral'.
2. Apabila katup pengontrol berada **di dalam sambungan *steering* (*steering linkage*)**, maka sistem demikian disebut 'sistem *power steering* semi-integral'.

3. Apabila katup pengontrol (*control valve*) dan silinder booster (*booster cylinder*) berada **di dalam sambungan steering**, maka dianggap sebagai 'sistem *steering* jenis sambungan'.

Dalam gambar 2 komponen-komponen membentuk *sistem power steering integral* beserta sebuah pompa, roda gigi *power steering*, *pitman arm*, *drag link* dan tuas *steering*. Akan tetapi, pada sebagian besar mesin berukuran besar, digunakan **dua** roda gigi *steering* integral, tetapi roda gigi *steering* **sebelah kanan tidak memiliki** katup *steering*. Responnya dikontrol dari roda gigi *steering* integral **sebelah kiri**.

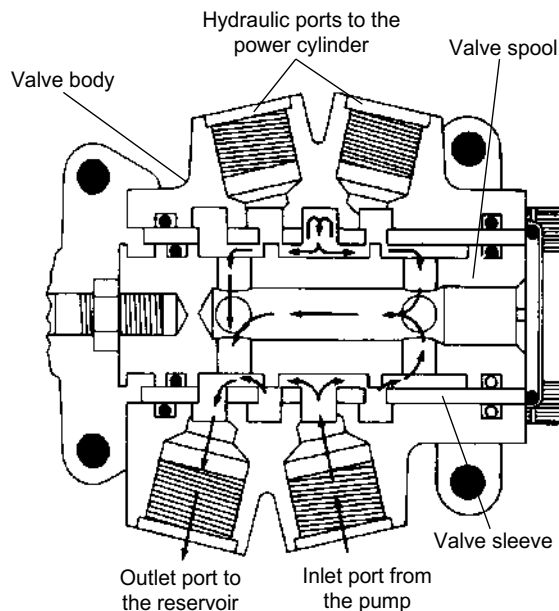


Sistem *power steering* integral

Dengan peralatan *off-highway* yang lebih besar, termasuk *rear-dump trucks* besar, *hydraulic reservoir* dan *power steering reservoir* bisa berupa unit yang sama, atau bisa berupa sistem yang sepenuhnya mendukung sendiri, dengan *hydraulic reservoirs* sendiri yang terpisah, memiliki katup *relief* utama yang terpasang secara terpisah. Pompa *steering* hidrolis pada peralatan *off-highway* ukuran besar digerakkan

oleh mesin, atau *pump drive gear train* sepanjang instrumen dan pompa rem.

Katup *steering* untuk semua jenis sistem *power steering*, entah yang dipasang di bagian dalam atau di bagian luar, merupakan rancangan katup spool yang terbuka pada bagian tengah dengan posisi dua arah atau empat arah. Jika *valve spool* berada pada posisi **netral**, port-port menuju *steering cylinder booster piston* akan **terbuka** (seperti yang terlihat pada Gambar 3). Dalam situasi ini, oli dari *power steering pump* memasuki *inlet port*, melewati *steering valve*, dan mengalir keluar dari *outlet port* dan kembali ke *reservoir*.



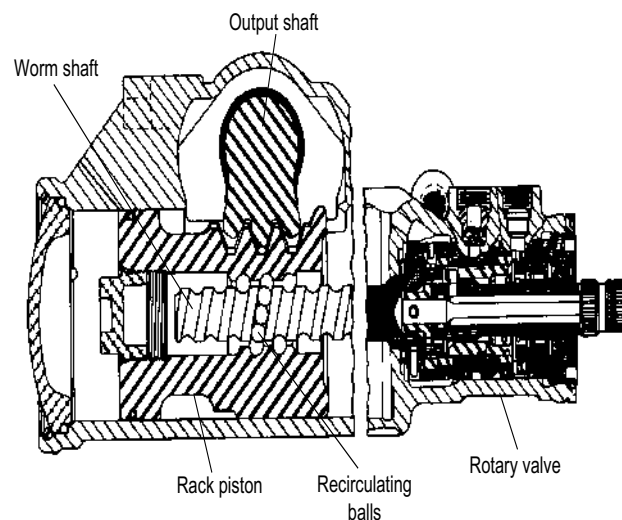
Katup pengontrol *power steering* berada pada posisi netral

Pada saat yang bersamaan, oli pompa melewati *spool lands* dan mengalir keluar dari *booster port* sebelah kanan dan sebelah kiri dan menuju *booster piston* sebelah sisi kiri dan kanan.

F. Roda Gigi Power Steering Baling-baling Putar

Bagian pelajaran dari jenis roda gigi steering ini berhubungan erat dengan roda gigi *ball steering* yang bersirkulasi ulang, dengan pengecualian-kecualian sebagai berikut:

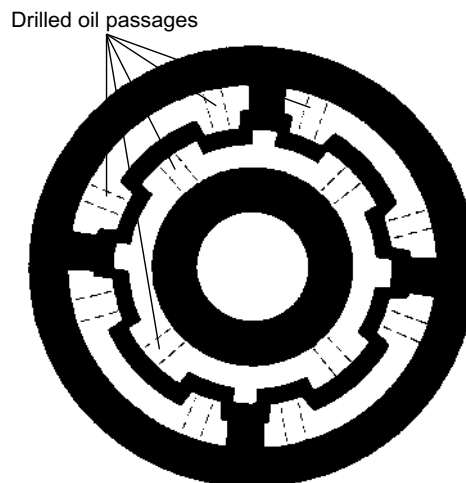
1. Sisi sebelah kiri dari rumah roda gigi *steering* dimesinkan ke *cylinder bore* dimana *rack piston* dapat bergeser.
2. Ball nut dilebarkan sesuai dengan ukuran rack piston dan dilapisi dengan O-ring, dan dua back-up washers dipakai untuk melapisi piston pada *cylinder bore*
3. Tiga saluran dalam yang berada di dalam rumah menghubungkan lobang-lobang valve spool putar di dalam area piston sebelah kanan dan kiri.
4. Rumah roda gigi dimana perangkat katup roda gigi berada, diperluas pada sisi sebelah kanan.



Gambar bagian katup rotari sistem *steering* integral.

Valve spool berupa rancangan dengan tiga posisi empat saluran yang bagian tengahnya terbuka. Dipasang dengan menggunakan pin pada *stub shaft* dan pada bagian ujung kiri dari batang torsi (*torsion bar*). *Valve spool* memiliki empat saluran balik oli dan delapan *spool lands*, empat berukuran besar dan empat berukuran kecil. *Valve body* memiliki tiga ring pelindung dari teflon yang melindungi dan memisahkan oli *inlet* dari oli *outlet*. Selain itu, *valve spool* memiliki empat saluran balik kiri dan empat saluran balik sebelah kanan serta empat saluran inlet (lihat Gambar 5).

Poros cacing (*worm shaft*) dihubungkan dengan badan katup (*valve body*) melalui *drive pin* yang sesuai dengan badan katup serta dilindungi dengan *O-ring*. Bagian ujungnya yang mirip garpu disesuaikan ke dalam dua *oval slots* di dalam katup yang dipasang pada batang torsi (*torsion bar*). Untuk mengurangi terjadinya friksi, *thrust bearing* ditempatkan di antara *worm shaft* dan *shoulder* berada di dalam rumah *valve*. Pada bagian ujung lainnya perangkat katup diamankan dan ditahan oleh rumah roda gigi (*gear housing*) dengan *thrust bearing*, *spacer*, *retainer*, *thrust bearing adjusting plug* dengan *O-ring*, *needle bearing*, pelindung oli dan debu, dan *retainer* serta *adjusting plug lock nut*.



Gambar skema katup pengontrol dalam posisi netral

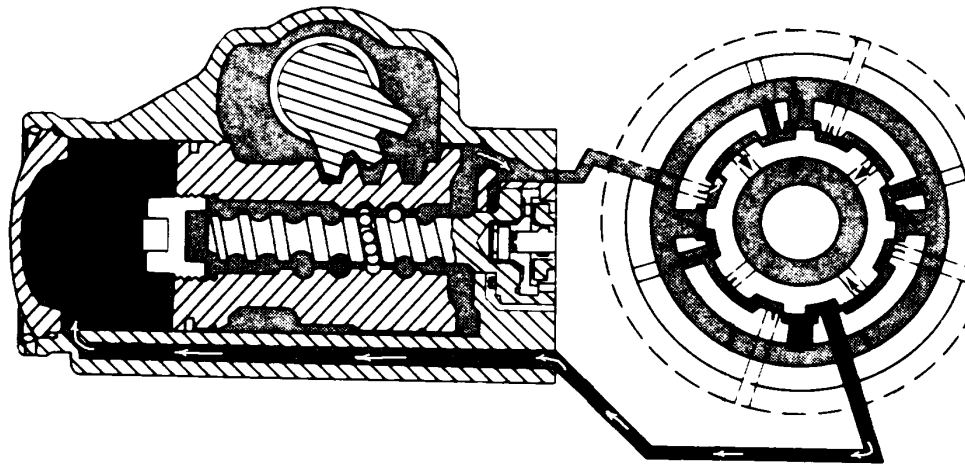
Roda *Steering* dan Penggerak Mesin dalam Posisi Netral

Dengan pengerjaan mesin dan *steering* berada pada posisi netral, oli bertekanan rendah mengalir dari *power steering pump* ke dalam *inlet port* dan di sekitar *valve body*. Mengalir terus melalui empat saluran inlet, melalui saluran *steering* bagian kiri dan kembali melalui empat saluran balik oli ke *outlet port* dan selanjutnya *reservoir*. Oli yang berasal dari saluran *steering* bagian kanan mengalir memasuki ruang tekanan (*pressure chamber*) sebelah kiri dan kanan, menahan *rack piston* berada pada posisi yang tetap. Tekanan oli rendah di dalam dua

kamar tekanan, melindungi terhadap guncangan di jalan, juga memberikan pelumasan pada komponen mesin roda gigi *steering*.

Menjalankan dan Memutar Mesin ke Kanan

Jika *steering wheel* diputar ke **kanan**, usaha pemutaran tersebut ditransmisikan dari *stub shaft* ke batang torsi, dan selanjutnya menuju *worm shaft*. Batang torsi kemudian **dibelokkan** karena tahanan yang berubah dari roda depan. Perubahan ini mempengaruhi hubungan antara *spool lands* dan *steering holes* di dalam *valve body* dan **membatasi** atau menutupi sepenuhnya aliran menuju *saluran steering* sebelah kiri dan *reservoir*.



Skema aliran oli selama pemutaran ke kanan

Bukaan pada saluran steering sebelah kanan **naik**, memungkinkan tekanan oli sistem di dalam *ruang tekanan* sebelah kiri **naik**, mendesak *rack piston* ke arah **kanan**. Oli yang dipindahkan oleh *rack piston* dari ruang tekanan kanan (*right-hand pressure chamber*) mengalir melalui saluran steering sebelah kiri, dan dari sana melewati empat saluran balik menuju *outlet port* dan kembali ke *reservoir*. **Semakin tinggi tahanan putaran roda depan (*front wheels*), semakin tinggi pula defleksi batang torsi (*torsion bar*), sehingga**

membatasi aliran oli balik pompa dan menghasilkan tekanan oli yang lebih tinggi.

Jika operator **mengurangi** usaha steering, *torsion bar* tidak berputar dan *valve* bergerak menaikkan aliran balik pompa, mengurangi tekanan oli di dalam ruang sebelah kiri. Jika usaha *steering* dihilangkan sepenuhnya, katup akan berada pada posisi netral.

Kerja Roda Gigi *Steering* Katup Rotari *Steering* gear sebaiknya dilepaskan jika:

1. Roda gigi *steering* kehilangan daya atau kecepatan
2. *steering* tidak tetap/berubah-ubah
3. Roda gigi *steering* rusak di bagian luar
4. Poros *steering* memiliki ruang bebas bearing yang luas, atau
5. *steering backlash* berlebihan.

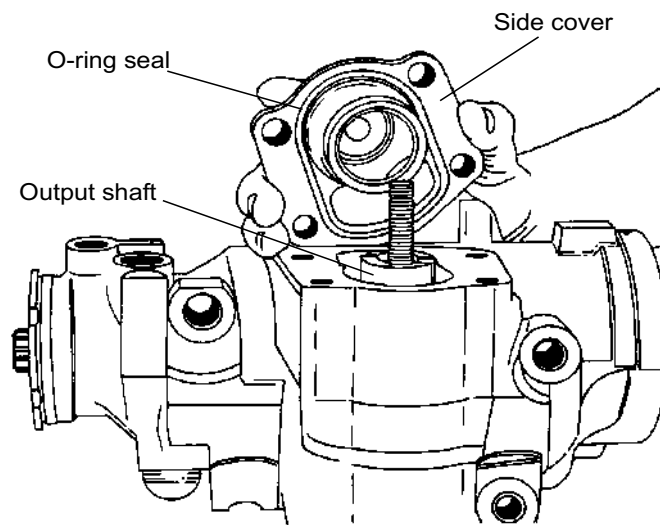
Untuk melepaskan *steering gear* guna proses perawatan, prosedur akan dimulai dengan mengkaji manual servis pabrik pembuat sebelum pekerjaan dilanjutkan. Pertama, bersihkan area di sekitar kendaraan anda dan pastikan ara kerja dalam keadaan bersih dan rata. Apabila Anda telah menyelesaikan tugas-tugas ini, lanjutkan dengan pekerjaan berikut.

1. Angkatlah ujung depan kendaraan atau mesin dan tahanlah dengan *floor stands* (disarankan oleh pabrik pembuat) dan, jika mungkin, tahan atau berilah pengaman pada setiap pemakaian hidrolik pada kendaraan sebelum menahan roda.
2. Lepaskan battery ground cable.
3. Lepaskan kopling roda gigi *steering* dari poros stub dan/atau poros kolom.
4. Lepaskan pitman arm.

5. Tempatkan oil drain tray yang berada di bawah roda gigi steering dan lepaskan dua selang hidrolik. Tutup lobang dan berilah tanda posisi selang.
6. Lepaskan mur tempat roda gigi steering, washers, dan mur. Angkat roda gigi dan keringkan rumah roda gigi. Bersihkan perangkat roda gigi sebelum melepaskannya.

Melepaskan

1. Jepitlah rumah roda gigi dengan vice, yang memiliki rahang (lunak) pelindung yang disesuaikan dengan *vice*, pastikan **tidak** merusak lobang rumah.
2. Ketengahkan *steering* dengan menggunakan *stub shaft*.
3. Lepaskan penutup rumah bagian pinggir dengan pertama-tama memindahkan *screw locknut* pengatur dari sekrup pengatur, selanjutnya lepaskan sekrup penutup dan *washers*.
4. Putarlah sekrup pengatur dengan kunci *Allen* untuk mendorong penutup dari yang terlihat pada 7.



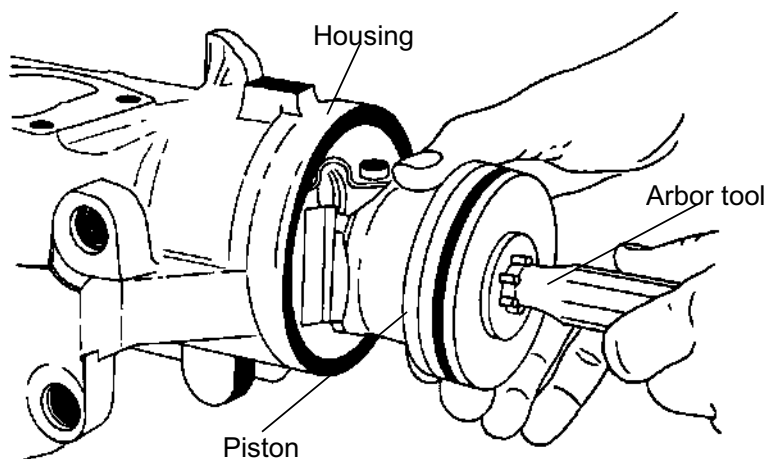
Gambar 7. Melepaskan penutup samping

5. Dengan penutup terlepas, gunakan palu dari plastik dan pukullah poros luar untuk melepaskannya dari rumah.

6. Untuk melepaskan penutup ujung, pertama lepaskan retainer dengan memutar *retainer ring* hingga ujung retainer bergeser ke bawah lobang rumah.
7. Sementara mendorong ring ke dalam dengan *punch*, tempatkan obeng di antara roda gigi ring dan rumah untuk memutar ring dari alur.
8. Untuk mendorong penutup ujung dan *O-ring* dari rumah, putarlah *stub shaft* berlawanan dengan arah jarum jam. Cara ini akan mendorong penutup ujung.

Catatan: Jangan memutar poros stub secara berlebihan, karena bola akan jatuh di luar rangkaian!

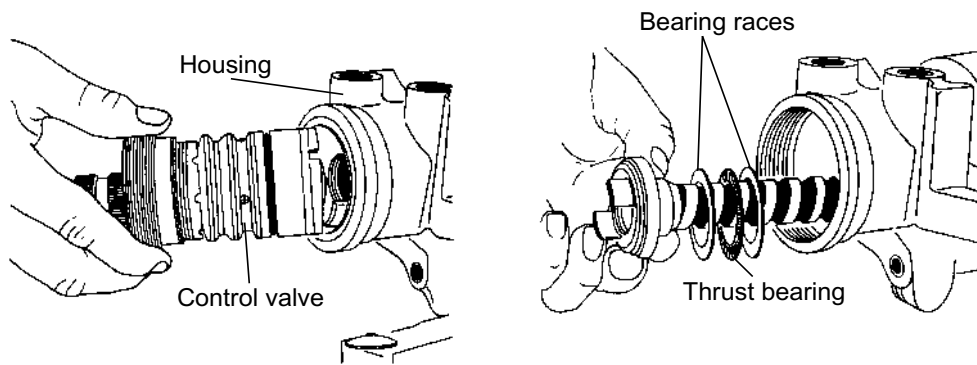
9. Lepaskan plug ujung *rack piston* dan masukkan perkakas arbor ke arah poros stub, putarlah poros berlawanan dengan arah jarum jam untuk mendorong *rack piston* ke perkakas arbor, seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Melepaskan *rack piston* dari rumah roda gigi.

Catatan: Jangan melepaskan perkakas dari *rack piston* atau bola akan jatuh di luar rangkaian

10. Dengan menggunakan *hook wrench*, kendorkan *plug locknut* pengatur dan gunakan kunci Allen untuk mengendurkan dan melepaskan plug pengatur dari rumah roda gigi.
11. Menarik poros stub akan mengangkat perangkat katup pengontrol dari rumah roda gigi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Melepaskan perangkat *control valve*

Melepaskan* bidang bearing perangkat *worm shaft thrust

12. Sekarang Anda dapat mengangkat rumah tersebut, *worm shaft*, dan perangkat *thrust bearing* bawah.

Untuk melepaskan bearing jarum poros output dan pelindungnya, lakukan cara berikut.

- (a) Lepaskan ring penahan pelindung dan *back-up washer* bagian luar.
- (b) Tempatkan *housing* pada alas *press*.
- (c) Tempatkan pengatur pada bearing jarum (*needle bearing*).
- (d) Tekan dari rumah pelindung jenis bibir ganda luar (*double lip-type seal*), *back-up washer* bagian dalam, pelindung jenis bibir tunggal bagian dalam (*single lip-type seal*), dan bearing jarum (*needle bearing*).

Catatan: jangan merusak lobang atau rumah selama mengerjakan prosedur!

Rumah Roda Gigi, Penutup Sampung dan Poros Output

Pertama, bersihkan dan periksa rumah roda gigi dari tanda-tanda retak, permukaan yang rusak dan lobang berulir, kemudian melakukan hal-hal berikut.

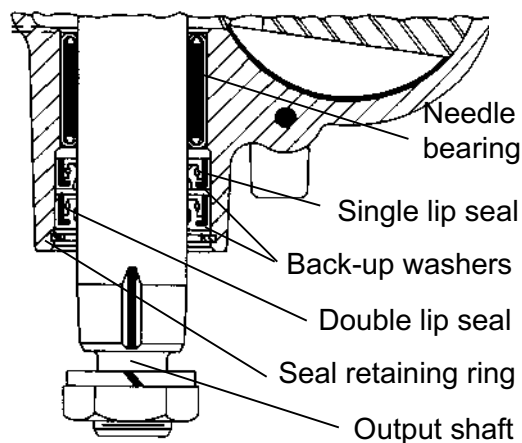
1. Periksa lobang *rack piston* dan katup pengontrol untuk pemakaian, *pitting*, atau tanda-tanda takik. Jika lobang silinder rusak (sedikit rata),

atau beralur, gunakan batu asah kaku untuk mengembalikan ke keadaan semula.

2. Periksa dudukan konektor dan alur ring penahan dari kerusakan.
3. Periksa gigi sektor poros output, pelindung dan permukaan bearing dari keausan berlebihan.

Catatan: Jika Anda melihat adanya keausan, *pitting*, atau takik, poros output harus diganti. Jika perlu, bersihkan kembali rumah roda gigi dan selanjutnya berilah pelumas pada pelindung poros output, *back-up washers*, *bearing*, dan lobang-lobang dengan fluida transmisi otomatis.

4. Selanjutnya hati-hati saat menekan komponen ke dalam tempatnya (seperti yang terlihat pada Gambar 10), dan kemudian menginstal ring penahan pelindung.



Gambar 10 Pelindung poros output dan bearing

Lepaskan O-ring dari penutup samping, bersihkan dan periksa penutup dari keausan, keruskan bagian luar, permukaan bearing dari tanda-tanda takik dan lobang. Kemudian ukurlah ruang bebas bearing. Jika terlihat adanya penyimpangan, atau ruang bebas terlalu lebar, gantilah penutup samping.

Stub Shaft dan Katup

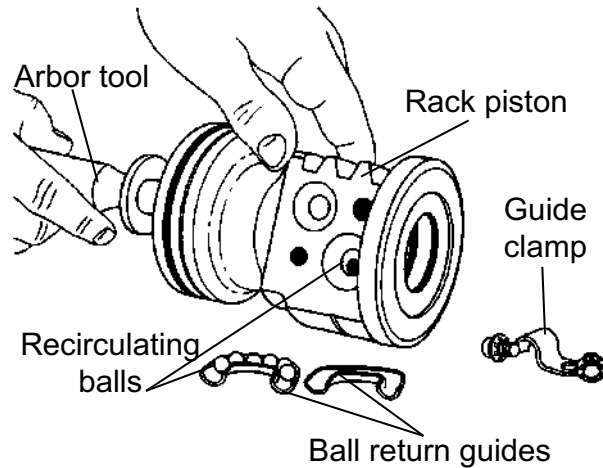
Karena perangkat ini merupakan unit yang diseimbangkan secara hidrolis dan dimesinkan dengan tepat, part tidak dapat diganti satu per satu. Oleh karena itu apabila *stub shaft* cocok atau pelindung dan permukaan bearing rusak atau bertakik, atau badan katup aus, atau pin penggerak penutup ujung worm dan alur katup menunjukkan keausan berlebihan, seluruh perangkat harus diganti. Jika tidak ditemukan adanya kerusakan, teruskan dengan pekerjaan berikut.

1. Lepaskan dan singkirkan *O-ring* dan *back-up washer* dari badan katup.
2. Bersihkan secara menyeluruh perangkat tersebut dan keringkan dengan udara kompres.
3. Lumasi badan katup, *O-rings*, dan *back-up washer*.
4. Pasanglah alat-alat di atas agar *O-rings* menghadap ke arah *stub shaft*, dan
5. Pasanglah *O-ring* sehingga melindungi *worm* ke badan katup (*valve body*).

Rack Piston dan Worm Shaft

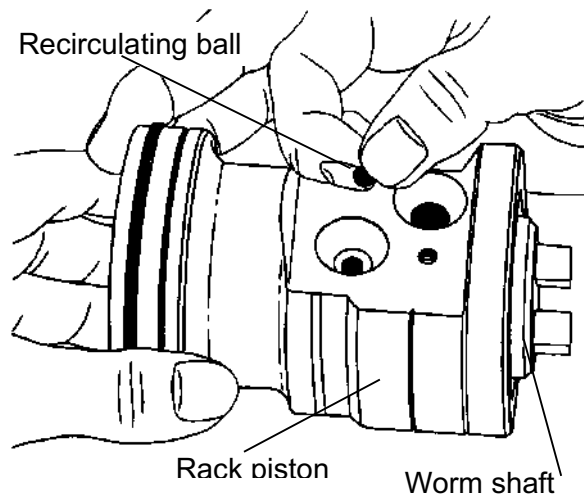
Pertama, periksalah alur pada *worm shaft*. Jika pas atau bertakik, baik *rack piston* dan *worm shaft* harus diganti (karena meduanya dibuat sebagai satu kesatuan). Kemudian, periksalah tanda-tanda keausan dan patah pada gigi-gigi *rack piston* serta tanda-tanda takik dan burr pada bagian luar piston. Jika perangkat tersebut dapat diservis, teruskan dengan pekerjaan-pekerjaan berikut:

1. Lepaskan dan singkirkan piston ring dan *O-ring back-up seal* dari piston.
2. Lepaskan *lock-washer* dan sekrup yang menahan *ball return guide* ke piston.
3. Lepaskan penjepit (*clamp*), dan lepaskan dengan hati-hati *return guide*, alat paksi/poros, dan bola baja (lihat Gambar 11).



Gambar 11 Melepaskan *ball return guides*

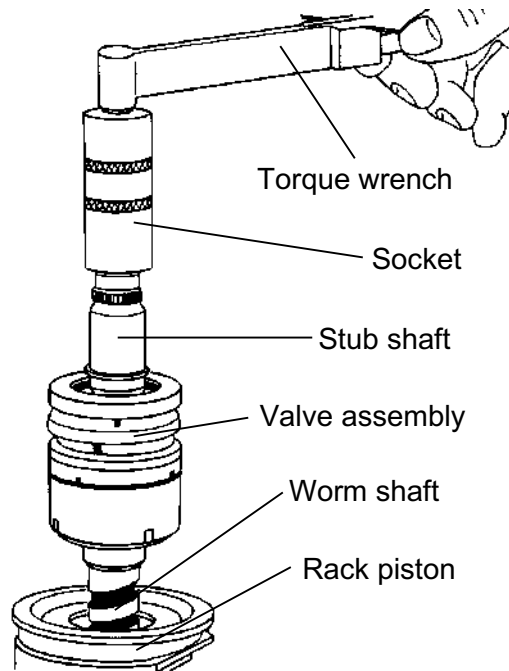
4. Memasang kembali *ball return guide* dan bola yang melindungi *worm* dan *rack piston grooves* merupakan pekerjaan yang baik.
5. Jika ujung *guide* sedikit rusak atau bahkan satu bola berlobang atau bertakik, *worm* atau alur *rack piston* dapat rusak, atau *rack piston* bisa menjadi macet.
6. Bersihkan *rack piston* secara menyeluruh dan keringkan dengan udara terkompres.
7. Berilah pelumas pada *worm shaft* dan *rack piston*, dan geserlah *worm shaft* ke dalam *piston* supaya berada pada *bearing shoulder*.
8. Luruskan lobang-lobang di dalam *piston* dengan alur pada *worm shaft*, dan selanjutnya masukkan satu bola dari perak dan satu bola hitam ke dalam lobang berada paling dekat dengan alur ring piston pada saat memutar *worm shaft* berlawanan dengan arah jarum jam.
9. Dengan cara ini akan menempatkan bola-bola ke dalam rangkaian. Sekarang tahanlah kedua bagian *ball return guide* secara bersamaan.
10. Tutuplah satu lobang dengan menggunakan gemuk tipis, dan gantilah bola-bola yang sisa ke dalam lobang lainnya.
11. Jika sudah dimasukkan, tutuplah lobang dengan gemuk untuk menahan bola-bola di dalam *guide*.



Gambar 12 Memasang bola dan *rack piston*

Catatan: Pastikan bola pertama dan terakhir di dalam guide memiliki warna yang berbeda dengan bola-bola yang berada pada *rack piston*. Selain itu, jika menempatkan *ball guide* ke dalam lobang *rack piston*, pastikan guide bebas bergeser ke dalam lobang.

12. Pasang kembali *return guide clamp*, dan torsikan sekrup sesuai spesifikasi.
13. Untuk memastikan apakah *worm shaft* ke *piston preload* memenuhi spesifikasi, jepitlah piston ke dalam *vice* (dengan rahang lunak yang telah disesuaikan).
14. Tempatkan perangkat katup pada *worm shaft* agar *drive pin* bekerja.
15. Tempatkan *pound-inch torque wrench* dengan socket yang dalam pada *stub shaft*.
16. Sebelum mengukur torsi putar, piston harus diketengahkan.
17. Jika sudah diketengahkan, putarlah *torque wrench* 90° ke kanan dan catatlah bacaan torsi sementara sedang bergerak (lihat Gambar 13).



Gambar 13 Memeriksa *worm* dan *piston preload*

Catatan: Torsi yang paling tinggi diperoleh apabila *rack piston* melewati titik tertinggi di dalam alur *worm shaft*. Bacaan ini sebaiknya berkisar di dalam spesifikasi.

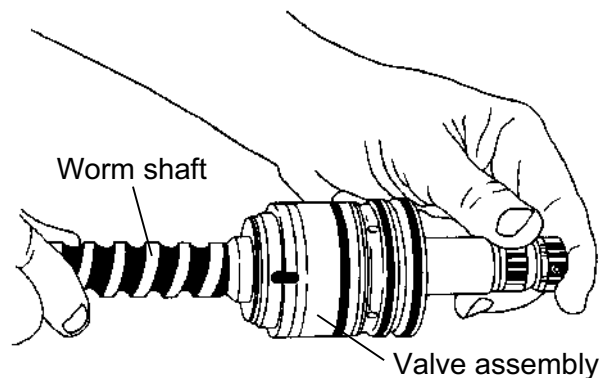
18. Jika torsi kurang, lepaskan bola dan *worm shaft*, singkirkan bola-bola, dan pilihlah ukuran bola berikutnya.
19. Pasang kembali *worm shaft* dengan memasukkan bola perak yang lebih besar dan
20. Periksa kembali torsi putar menurut spesifikasi dari pabrik pembuat.

Catatan: Bola-bola berwarna hitam tidak memiliki pengaruh pada *preload*!

Memasang Kembali

Pasanglah *arbor tool* ke dalam *rack piston* saat Anda melepaskan *worm shaft*. Jika perlu, bersihkan semua komponen dan part kembali dan berilah pelumas. Kerjakan perangkat tersebut dengan mengikuti langkah-langkah di bawah ini.

1. Tempatkan jalur *thrust bearing*, *thrust bearing*, dan jalur kedua pada *worm shaft* dan selanjutnya poros tersebut pada perangkat katup.
2. Pastikan O-ring terpasang dan *drive pin* bekerja pada *valve body slot* (lihat Gambar 14).



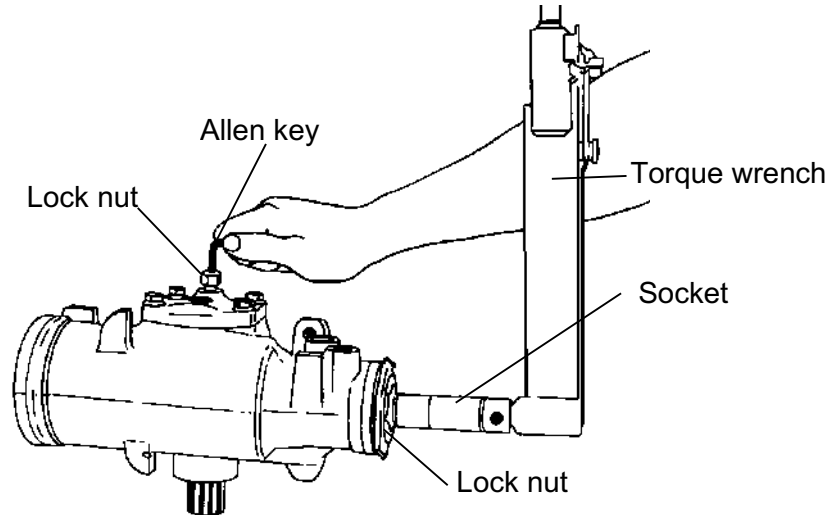
Gambar 14 Memasang worm pada valve body

3. Jepitlah rumah roda gigi pada posisi horisontal ke dalam *vice*.
4. Tahanlah *valve body* dengan tangan Anda dan masukkan perangkat ke dalam rumahnya.

Catatan: Jangan mendorong *stub shaft*, karena akan mendorong *spool* dan *worm shaft* dari badan worm!

5. Tempatkan *seal sleeve protector* di atas *stub shaft*, pasanglah sekrup *adjuster plug* ke dalam lobang rumah, dan kencangkan dengan tidak berlebihan untuk memasukkan perangkat ke dalam rumah.

6. Dengan menggunakan *Allen key*, kencangkan *adjuster plug* yang sempit untuk melakukan *preload* pada *thrust bearing*, kemudian mundurkan sekitar satu – delapan putaran dan pasanglah sekrup pada *locknut* di atas *adjuster plug* (lihat Gambar 15).



Gambar 15 Mengatur *output shaft preload*

7. tempatkan *pound-inch torque wrench* beserta soket ke atas *stub shaft* dan putarlah *wrench* sekitar 90° pada kedua arah (lihat Gambar 23).
8. Torsi putar harus sesuai spesifikasi (lihat spesifikasi pabrik pembuat).
9. Jika terlalu rendah, kencangkan *adjuster plug*. Jika terlalu tinggi, kendorkan *plug*. Jika berada sesuai spesifikasi, kuncilah pengaturan dengan *locknut*, selanjutnya periksa kembali.
10. Pasanglah *rack pinion*, pastikan untuk menahan *arbor tool* dengan kuat ke arah *worm shaft* pada saat memutar *stub shaft* searah jarum jam. Jika *arbor tool* tidak berada di tempat, Anda dapat melongkarkan bola-bola dari *piston*.
11. Hentikan sebelum *piston seal* mulai memasuki lobang, dan lumasi lagi pelindung tersebut.
12. Dengan menggunakan jari Anda, masukkan *piston ring* ke dalam lobang. Jika piston tertarik dalam aliran dengan rumahnya, *arbor tool* dapat dilepaskan.

13. Putarlah *stub shaft* le tengah dari alur roda gigi **tengah** dengan lobang poros output, kemudian masukkan poros *output* ke dalam rumahnya supaya gigi tengahnya bertaut dengan alur tengah *rack piston*.
14. Berilah pelumas pada lobang bearing penutup pinggir dan poros output dengan menggunakan sedikit pelumas dan tempatkan *O-ring* untuk menutupi alur penutup.
15. Tempatkan dan luruskan penutup pinggir dengan rumahnya.
16. Putarlah sekrup pengatur, dengan mendorong penutup pinggirnya ke arah rumah dan tariklah penutupnya ke posisinya.
17. Jika komponen-komponen yang tersisa dipasang ulang dan ditorsikan menurut spesifikasi, kemudian tempatkan *socket* pada *stub shaft* untuk mengukur *output shaft preload*.

Untuk melakukan hal ini, ketengahkan *rack piston*, kemudian putarlah sekrup pengatur untuk mendorong roda gigi sektor poros output terhadap *rack piston*, dan melanjutkan mengerjakan pekerjaan berikut:

18. Putarlah *stub shaft* pada *arc* (**tidak** melebihi 20°) dan catatlah torsi putaran (merujuk pada spesifikasi untuk gambaran sesungguhnya).
19. Jika terlalu rendah, kencangkan sekrup pengatur, dan jika terlalu tinggi, kendorkan sekrup.
20. Jika berada menurut spesifikasi, kuncilah penaturan tersebut dan periksa kembali.

Memasang Roda Gigi Steering

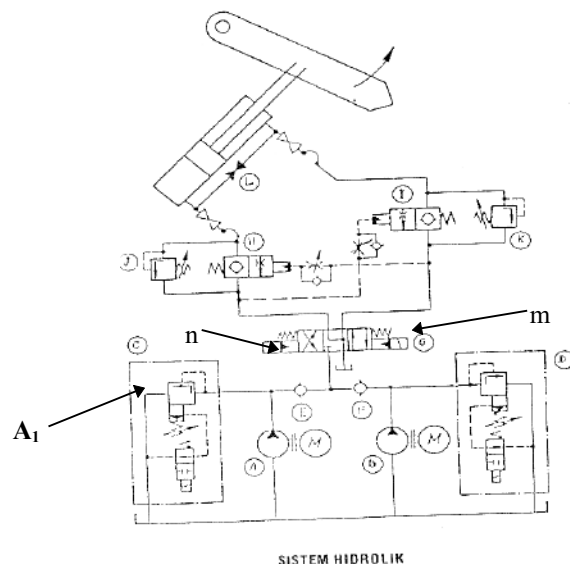
Tempatkan dan pasanglah baut pada roda gigi *steering* pada kerangka pinggir. Letakkan roda gigi *steering* gear ke tengah, luruskan roda *steering*, tempatkan dan amankan kopling, dan torsikan mur baut pemasangan *steering* menurut spesifikasi dan meneruskannya dengan pekerjaan-pekerjaan berikut:

1. Tempatkan roda gigi *steering* ke tengah, tempatkan roda depan pada arah lurus ke depan dan amankan lengan pitman.

2. Lepaskan cap dari ujung selang, plug dari rumah roda gigi dan sumbungkan selang-selang ke lobang respektif (seperti yang telah ditandai sebelumnya).
3. Dengan mengasumsikan bahwa filter untuk rangkaian *power steering* telah diganti dan sistem tersebut telah dialirkan, isilah *reservoir* dengan oli yang dianjurkan.
4. Lepaskan kabel *battery ground*, jalankan mesin, dan operasikan pada kecepatan netral rendah. (Anda akan perlu mengisi *reservoir* hingga ketinggian fluida yang dianjurkan).

Selama *start-up*, akan keluar suara berisik pompa karena udara yang bercampur dengan oli (yang memerlukan sedikit waktu untuk memisahkannya).

Jika suara berisik pompa mereda, naikan kecepatan mesin menjadi 1000 rpm, putarlah roda *steering* tiga atau empat kali melalui rentangan lintasan maksimum dan memeriksanya kembali ketinggian fluida.



Dua pompa A dan B dapat memompa oli ke valve pengatur arah (directional control valve - G). Salah satu pompa mempunyai volume lebih besar

dibandingkan dengan pompa yang lainnya untuk tujuan kecepatan aktuator dan pompa yang lainnya untuk kemampuan menahan (holding capability). Oleh karena itu, satu pompa, katakanlah pompa A, akan dikosongkan bila advance yang cepat terjadi pada katup (relief valve) A₁, dan ini dilakukan dengan melepaskannya sehingga membuka dan mengosongkan pompa A. Pompa B akan terus memompa oli hingga tekanan sistem tercapai atau valve pengatur arah ditempatkan dalam netral dan kemudian akan dikosongkan sebagaimana halnya dengan pompa A.

Ketika valve pengatur arah yang berupa sebuah float center berada dalam netral, ini tidak berarti menggantung beban pada posisi di tengah-tengah silinder, tetapi oleh dua valve penyeimbang (J+K) yang harus disetel cukup tinggi untuk mempertahankan berat beban penuh. Ketika solenoid (M) diberi daya, solenoid ini akan membuka sirkuit seolah-olah anak panah lurus sedang bekerja, dan aliran akan mengalir melalui check valve pada valve pengontrol aliran (H) yang dioperasikan oleh pilot dan terus ke ujung cap pada silinder. Saluran yang sedang berada pada tekanan sistem akan mengirim tekanan ke bawah ke saluran pilot valve kontrol (I), sehingga membukanya dan menciptakan situasi meter-out dan aliran balik akan diarahkan kembali ke tangki melalui valve pengatur arah (G). Ketika solenoid (N) diberi daya, aliran oli akan bergerak ke arah ujung batang pada silinder dan akan terjadi peristiwa yang sebaliknya.

Kesimpulan

6. Pada valve kondisi terbuka (normally open) aliran fluida dapat mengalir dengan lancar tanpa hambatan.
7. Valve kondisi tertutup (normally close), aliran fluida tidak dapat mengalir, hal ini disebabkan karena seluruh lubang hanya tidak saling berhubungan.
8. Flow meter adalah alat untuk mengukur kecepatan (jumlah) aliran fluida.

9. Simbol aktuator berputar (motor) adalah terdapatnya tanda panah kearah dalam.
 10. Simbol semua komponen hidrolik yang dapat diatur selalu terdapat tanda panah pada simbol penggeraknya.
 11. Hampir semua komponen valve selalu terdapat spring (pegas) pengatur aliran fluida.
- ⇒ Pada rangkaian meter in terjadi penurunan tekanan, hal ini disebabkan oleh flow control valve dipasang menuju saluran masuk aktuator linier.
- ⇒ Pada rangkaian meter out, flow control valve dipasang dari saluran keluar aktuator linier dan seluruh fluida dialirkan ke tangki, akibatnya tidak terjadi drop tekanan (penurunan tekanan).
- ⇒ Rangkaian Bleed off lebih baik rangkaiannya jika dibandingkan dengan meter in atau meter out.
- ⇒ Pada prinsipnya rangkaian tipe elemen filter terdapat 3 jenis, yaitu
- ◆ filter saluran kembali
 - ◆ filter saluran tekan
 - ◆ filter saluran hisap
- ⇒ Pada rangkaian filter saluran hisap, posisi filter terdapat didalam tangki.

DAFTAR PUSTAKA

Budi Tri Siswanto. 2008. Teknik Alat Berat Jilid I. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Budi Tri Siswanto. 2008. Teknik Alat Berat Jilid II. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Budi Tri Siswanto. 2008. Teknik Alat Berat Jilid III. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

<http://taufiqurrokhman.com/2011/03/10/menghitung-gaya-hidrolik/>, diakses pada tanggal 31 Mei 2015

<blogspot.com/2013/01/persamaan-kontinuitas-pengertian-rumus.html>, diakses pada tanggal 31 Mei 2015

[http://wahyukurniawan.web.id/2010/sabuk\(belt\)](http://wahyukurniawan.web.id/2010/sabuk(belt)), diunduh pada tanggal 06 Juni 2015.

<https://yefrichan.wordpress.com/2010/07/23/cara-menentukan-ukuran-baut/>, diunduh pada tanggal 07 Juni 2015