

FUNDAMENTAL HYDRAULIC



M. KHAFIDZ ARIFIN

FUNDAMENTAL HYDRAULIC

Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap :

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

FUNDAMENTAL HYDRAULIC

M. KHAFIDZ ARIFIN



Poliban Press

FUNDAMENTAL HYDRAULIC

Penulis:

M. Khafidz Arifin

ISBN:

978-623-5259-01-7

ISBN Elektronik:

978-623-5259-02-4 (PDF)

Editor dan Penyunting:

Faris Ade Irawan

Desain Sampul dan Tata letak:

Rahma Indera; Eko Sabar Prihatin

Penerbit:

POLIBAN PRESS

Anggota APPTI (Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia)

no.004.098.1.06.2019

Cetakan Pertama, 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

Redaksi:

Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basry,

Pangeran, Komp. Kampus ULM, Banjarmasin Utara

Telp: (0511)3305052

Email: press@poliban.ac.id

Diterbitkan pertama kali oleh:

Poliban Press, Banjarmasin, Januari 2022

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan buku ajar ini, dengan lancar berserta harapan buku ajar ini dapat digunakan sebagai bahan ajar untuk mahasiswa Alat Berat dan Teknik Mesin pada umumnya

Dengan adanya buku ajar ini diharapkan memberikan wawasan dan keterampilan yang dapat diimplementasikan dan dipelajari di dunia pendidikan di Program Studi masing-masing sehingga bisa diterapkan di industri. Semoga dengan adanya buku ajar ini dapat mengambil ilmu yang termuat dalam buku ajar ini dan dapat dimanfaatkan dan diterapkan kelak di dunia industri.

Penyusun meyakini dalam penyusunan buku ajar ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena buku ajar ini merupakan dokumen yang hidup menyesuaikan kebutuhan dunia industri di masa mendatang maka dengan itu penyusun dengan lapang dada mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan buku ajar ini di masa mendatang.

Akhirnya kepada Allah SWT jugalah penyusun memohon, semoga semua ini menjadi amal saleh bagi penyusun dan ilmu yang bermanfaat bagi yang membaca dan mempelajari ilmu yang terkandung didalamnya.

Banjarmasin, Agustus 2021

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vi
BAB 1. ISO SYMBOL	1
1.1 Pandangan Umum	1
1.2 Ruang Lingkup dan Tujuan.....	3
1.3 Aturan-aturan Symbol	3
1.4 Konduktor, Fluid.....	5
1.5 Penyimpan Energi dan Penyimpan Fluida	7
1.6 Fluid Conditioner	8
1.7 Cylinder.....	10
1.8 Controls.....	10
1.9 Rangkuman	11
1.10 Soal-soal latihan.....	11
1.11 Daftar Pustaka	15
BAB 2. DIRECTIONAL CONTROL VALVE	16
2.1 Simbol Grafik.....	16
2.2 Katup Popet.....	20
2.3 Katup Spul.....	23
2.4 Katup Rotari.....	26
2.5 Katup dioperasikan pilot	27
2.6 Katup Balik/Check Valve/Non Return Valve	29
2.7 Katup Balik yang dioperasikan pilot.....	31
2.8 Katup Balik Berpenghalang	33
2.9 Katup Buang Cepat dan bolak-balik	36
2.10 Rangkuman	38
2.11 Soal-soal latihan.....	38
2.12 Daftar Pustaka	50
BAB 3. PRESSURE CONTROL VALVE.....	51
3.1 Jenis Kontrol Valve	51
3.2 Relief Valve	52
3.2.1 Simple Relief Valve.....	52
3.2.2 Relief Pressure Setting.....	53
3.2.3 Pilot Operated Relief Valve.....	53
3.3 Katup Urutan/Sequence Valve.....	57

3.4	Pressure Reducing Valve	59
3.5.1.	Sistem Operasi	59
3.5	Pressure Differential Valve	62
3.6	Rangkuman	64
3.7	Soal-soal Latihan	65
3.8	Daftar Pustaka	71
BAB 4. AKSESORIS HIDROLIK		72
4.1	Reservoir Hidrolik	72
4.2	Jenis Hydraulic Tank	76
4.2.1.	Pressurized Tank	76
4.2.2.	Vented Tank	77
4.2.3.	ISO Symbol	78
4.3	Akumulator Hidrolik	78
4.4	Rangkuman	83
4.5	Soal-soal Latihan	84
4.6	Daftar Pustaka	87
BAB 5. FLUIDA HIDROLIK		88
5.1	Fluida Hidrolik	88
5.2	Fungsi Hydraulic Fluid (Oil)	94
5.3	Rangkuman	96
5.4	Soal-soal Latihan	96
5.5	Daftar Pustaka	96
BAB 6. SILINDER HIDROLIK		97
6.1	Konstruksi	97
6.2	Rangkuman	103
6.3	Soal-soal Latihan	103
6.4	Daftar Pustaka	103

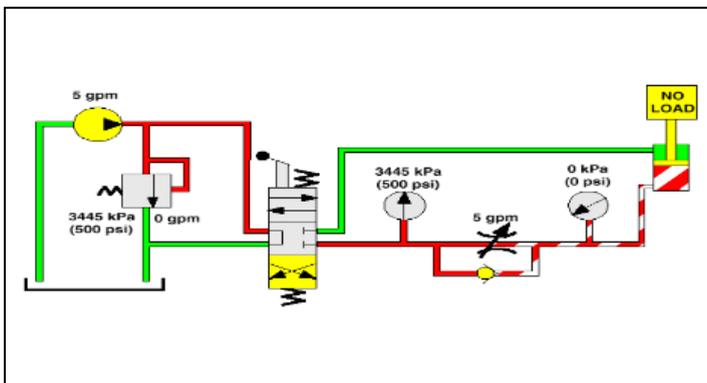
BAB I ISO SYMBOLS

Parameter Deskripsi	Capaian Pembelajaran (Learning Outcome)
Sikap	Mahasiswa menerapkan teori <i>7 Habits Of Highly Effective People</i> dalam mengikuti perkuliahan
Keterampilan Umum	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan berbagai jenis ISO Symbol yang digunakan pada sirkuit hidrolik
Keteampilan Khusus	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan arti dan fungsi dari skematik hidrolik alat berat dengan bentuk garis, lingkaran, anak panah, kotak, restriction, energy storage, accumulator
Pengetahuan	Mahasiswa mengerti dan bisa membaca <i>schematic hydraulic</i> pada unit alat berat

1.1 PANDANGAN UMUM

Tujuan dari digunakannya *graphic symbol* adalah untuk mendapatkan pengertian yang menyeluruh dari *fluid power system*. Teknik ini bertujuan untuk standarisasi dengan memakai simbol-simbol, suatu cara untuk mendapatkan pengertian yang lebih mudah dalam cara menerangkan komponen dari *fluid power system*. Hal ini dilakukan dengan menggunakan *basic* simbol geometri

seperti: lingkaran, bujur sangkar, persegi panjang, segi tiga, busur, panah, garis, titik, tanda silang.



Gambar. 1.1 *Graphic Fluid Power Symbols*

Berikut ini menggambarkan secara jelas bagaimana fungsi komponen di bandingkan dengan konstruksi aktual yang ditekankan dengan menggunakan symbol dasar. Simbol memperlihatkan fungsinya dengan menggambarkan sambungan-sambungan, saluran-saluran, dan fungsi komponen yang di wakikan. Masing-masing simbol digambarkan pada keadaan normal, diam, atau kondisi netral.

Saat anda mempelajari simbol, perhatikan bagaimana simbol-simbol ini tersambung untuk memperlihatkan komponen aktual yang akan membentuk piktorial. Kita dapat membandingkan *graphic* simbol dengan peta jalan.

Setiap garis, lingkaran, kotak, ataupun simbol geometric yang lain merupakan suatu bagian komponen yang nyata dan semuanya disambung bersama-sama sehingga akan memperlihatkan bagaimana fungsinya, dan bagaimana dia dirancang sebagai sirkuit yang lengkap.

Pada dasarnya, *graphic* simbol digunakan untuk menggambarkan *fluid power* sistem dengan memecah komponen dalam bentuk seperti berikut ini:

1. Konduktor (*fluid*)
2. Menyimpan energi dan menyimpan *fluid*
3. *Fluid conditioner* (*heater, coolers, filters, dll*).
4. *Linier devices* (silinder).
5. *Controls* (*manual, electrical spring, dll*).
6. *Rotary devices* (*pumps dan motors*).
7. *Instruments dan accessories*.
8. *Valves*.

Fluid power system digunakan untuk men-transmit dan mengkontrol *power* melalui penggunaan *fluida* yang bertekanan (zat cair atau gas) di dalam *circuit* yang tertutup

Tipe dari simbol-simbol tersebut biasanya digunakan dalam penggambaran *circuit* diagram untuk *fluid power* sistem yaitu *Pictorial*, *Cutaway*, dan *Graphic*.

- ***Pictorial symbol***, bagus sekali untuk menunjukan komponen yang saling berhubungan. Hal ini sulit di lakukan untuk mendapatkan *standard* dari sebuah fungsi dasar.
- ***Cutaway symbol***, menekankan tentang konstruksi. Simbol ini sangatlah komplek untuk digambarkan dan fungsinya juga tidak kelihatan secara nyata.
- ***Graphic symbol***, menekankan fungsi dan cara operasi dari sebuah komponen. Simbol ini mudah untuk digambarkan. Fungsi komponen dan cara operasinya jelas sekali kelihatan. *Graphic symbol* mampu melampaui kendala bahasa dengan

demikian bisa mem-promote pengertian yang menyeluruh terhadap *fluid power system*.

1.2 RUANG LINGKUP DAN TUJUAN

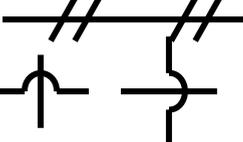
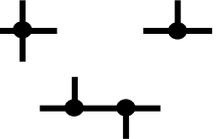
Standard ini menampilkan sebuah *system graphic symbol* untuk *fluid power* diagram.

- Bentuk dasar dari simbol tersebut adalah:

<i>Lingkar</i>	<i>Segitiga</i>	<i>Garis</i>
<i>Kotak</i>	<i>Busur</i>	<i>Titik</i>
<i>Persegi panjang</i>	<i>Panah</i>	<i>Silang</i>
- Simbol dengan menggunakan kata-kata dan singkatan dihindarkan. Simbol dapat melampaui kendala bahasa yang juga akan ditampilkan di sini.
- Fungsi komponen disamping dari pada konstruksinya ditekankan dengan sebuah *symbol*.
- Arti dari *operating fluid power* komponen terlihat merupakan satu bagian dari simbol tersebut (bilamana ada).
- *Standard* ini memperlihatkan kepada kita suatu *basic symbol*, menerangkan prinsip, dan menggambarkan gabungan dari simbol yang sedang ditampilkan. Simbol gabungan dapat direncanakan untuk *fluid power* komponen dengan menggabungkan *basic symbol* tersebut.

1.3 ATURAN-ATURAN SYMBOL

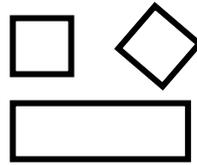
- A. Simbol memperlihatkan sambungan-sambungan, tempat aliran dan fungsi dari komponen. Simbol bisa menunjukkan kondisi yang terjadi selama transisi dari rangkaian yang satu ke yang lainnya. Simbol tidak menunjukkan konstruksi, juga tidak menunjukkan nilai seperti *pressure*, *flow rate* dan *setting* komponen yang lainnya.
- B. Simbol tidak menunjukkan lokasi dari sebuah *port*, petunjuk *shifting* dari *spool* atau posisi dari *control element* yang ada pada komponen nyata.
- C. Simbol bisa diputar atau dibalik tanpa merubah artinya, kecuali dalam hal *Lines* untuk *reservoir*, *vented manifold*, *accumulator* dan *receiver*.
- D. *Line Technique*
Buat supaya tebal garis tetap sama. Tebal garis tidak akan merubah arti dari *symbol*.
 - *Solid Line*
(*Main line conductor*, *outline* dan *shaft*) 

- *Dash Line*
(*Pilot line* untuk *control*) 
 - *Dotted Line*(*Saluran Drain*) 
 - *Center Line*
(*Enclosure Outline*) 
 - *Instrument Line*
(*Indicator, Recorder, Sensor*)
Line Crossing
(*Tidak Berhubungan*) 
- Atau 
- Lines Joining 
- atau 

E. *Basic symbol* bisa terlihat dalam beberapa ukuran. Ukuran-ukuran tersebut bisa bervariasi guna memperjelas suatu kasus.

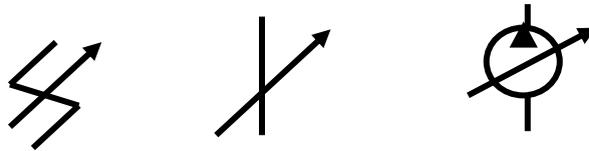
- Lingkaran dan setengah lingkaran 
- Lingkaran besar dan kecil, bisa digunakan untuk menyatakan bahwa satu komponen merupakan komponen utama/*main*, dan komponen yang lain merupakan pelengkap 
- Segitiga 
- Panah 

- Bujur sangkar dan persegi panjang



F. Huruf kombinasi yang digunakan sebagai satu bagian dari *graphic* simbol tidak perlu berupa singkatan.

G. Panah yang melewati sebuah *symbol* pada kira-kira 45° menunjukkan bahwa komponen tersebut bisa di-*adjust*/variabel.



H. Panah dengan posisi parallel pada sisi dari sebuah simbol, berada di dalam simbol, menunjukkan komponen tersebut merupakan *pressure compensate*.



I. Garis yang pada ujungnya ada sebuah titik melambangkan sebuah thermometer



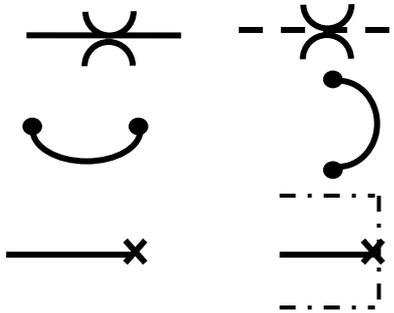
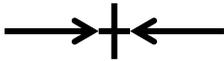
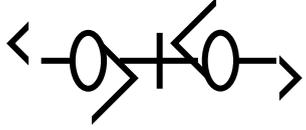
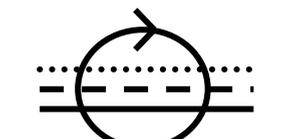
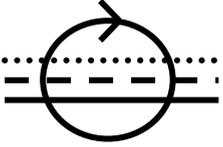
J. *Rotating shaft* dilambangkan dengan panah yang menunjukkan arah putaran.



1.4 KONDUKTOR, *FLUID*

- *Line, Working* (Utama)
- *Line, Pilot* (untuk *control*)



- *Line, Drain* 
- *Line, untuk Instrument (Measuring, recording, sensing)* 
- *Arah Aliran*
 - *Pneumatic* 
 - *Hydraulic* 
- *Line dengan hambatan Yang tetap sama Line, Flexible Station, Testing, Measurement, atau Power Take-Off Plugged Port*

- *Quick Disconnect*
 - Tanpa check valve 
 - ◆ Tersambung 
 - ◆ Tidak Tersambung: 
 - Dengan Dua Check Valve 
 - ◆ Tersambung 
 - ◆ Tak Tersambung 
- *Rotating Coupling* 

1.5 PENYIMPAN ENERGI DAN PENYIMPAN FLUIDA

- *Reservoir Vented :*



- *Pressurizes :*

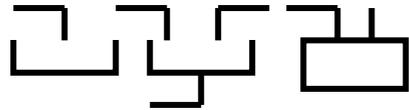


Catatan : *Reservoir* biasanya digambar pada posisi horizontal. Semua *lines* masuk dan keluar *reservoir* dari bagian atas.

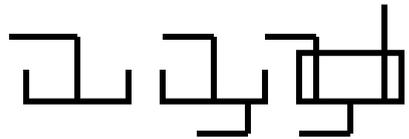
Contoh :

- *Reservoir* dengan *Connecting Lines*

Di atas *fluid level*



Di bawah *fluid level*

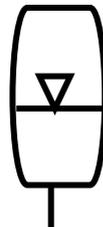


Terlihat garis yang masuk atau keluar di bawah *reservoir* dipakai hanya bilamana sambungan pada bagian bawah merupakan *circuit* pokok.

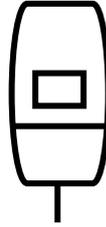
- *Accumulator*
- *Accumulator, Spring Loaded*



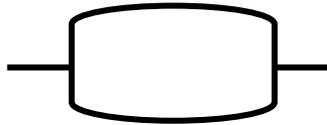
- *Accumulator, Gas Charged*



- *Accumulator, Weighted*



- *Receiver, untuk udara dan gas*

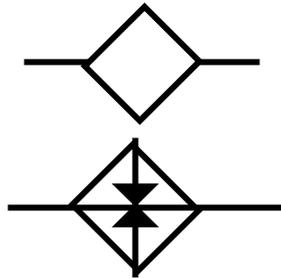


1.6 FLUID CONDITIONER

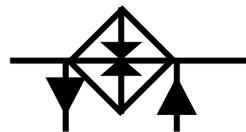
Sebuah alat untuk mengontrol karakter fisik dari *fluida*

- Heat Exchanger
 - *Heater*

Segitiga di dalam menunjukkan pemberian panas.



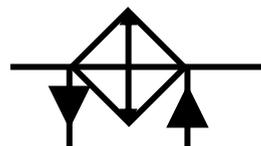
- Segitiga yang di luar menunjukkan media pemanas, yaitu zat cair.



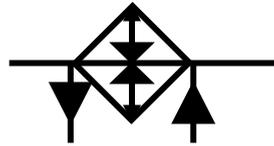
- Segitiga yang di luar menunjukkan media pemanas, yaitu gas.



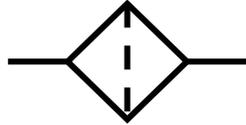
- *Cooler*
- Segitiga yang di dalam menunjukkan pelepasan panas.



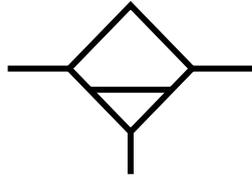
Temperature Controller
Temperature di-maintain di antara
dua batasan yang telah ditetapkan.



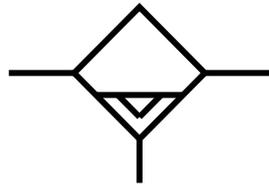
- *Filter-Strainer*



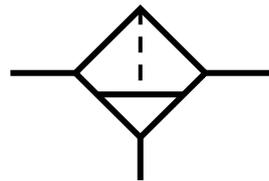
- *Separator*
 - Dengan *Manual Drain*



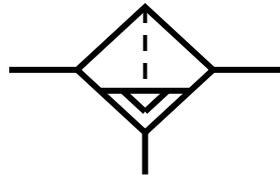
- Dengan *Automatic Drain*



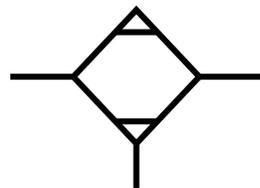
- *Filter-Separator*
 - Dengan *Manual Drain*



Dengan *Automatic Drain*

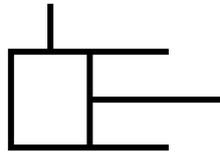


- *Dessicator (Chemical Dryer)*

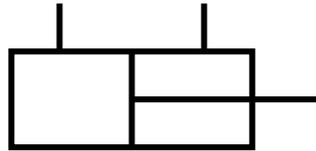


1.7 CYLINDER

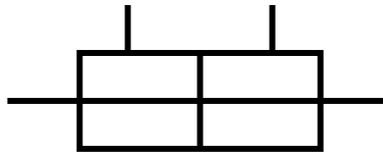
- *Single Acting*



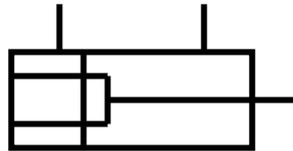
- *Double Acting*



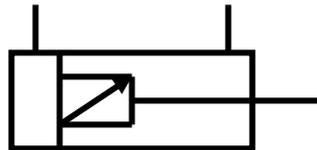
- *Double Rod end*



- *Fixed Cushion*

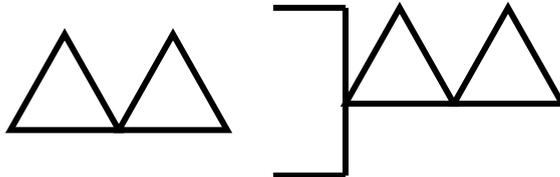


- *Adjustable Cushion*



1.8 CONTROLS

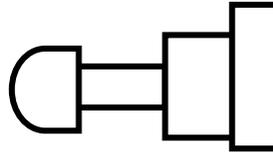
- Spring



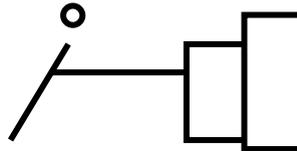
- Manual
Digunakan sebagai symbol umum
tanpa menunjuk type secara khusus.
(Contoh: kaki, tungkai, lengan)



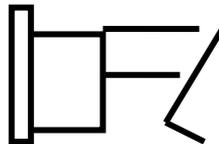
- Push Button



- Push-Pull Lever



- Pedal



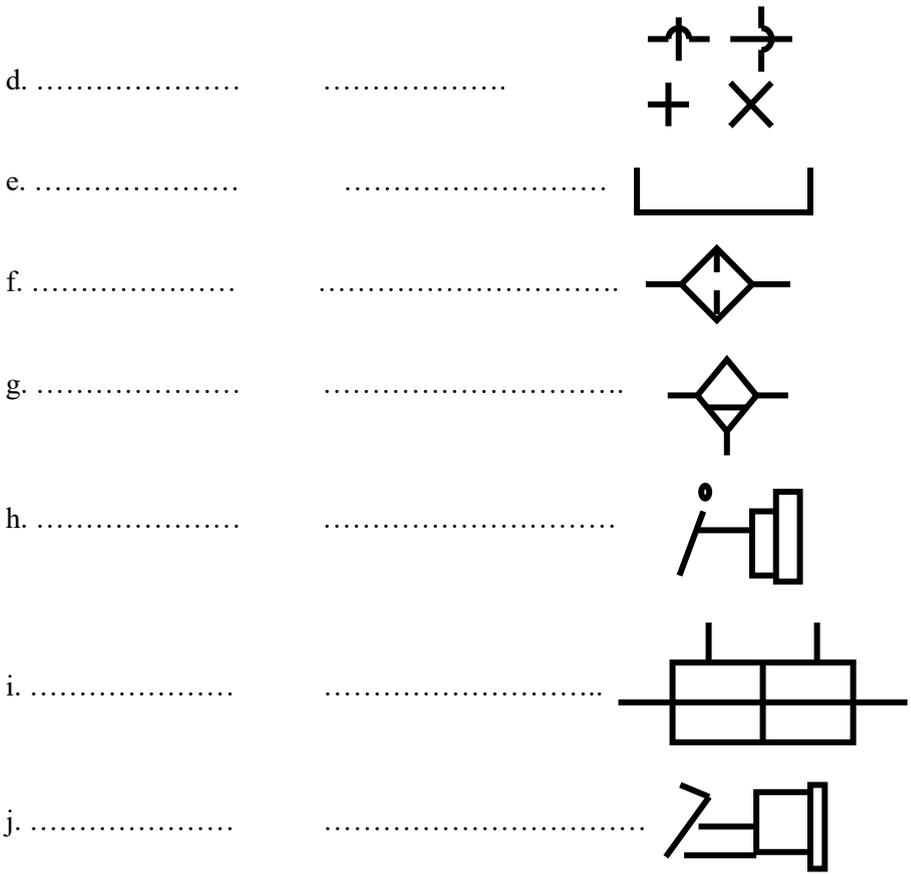
1.9 RANGKUMAN :

Pemahaman tentang ISO Symbol dalam system hidrolik mutlak diperlukan oleh seorang mekanik/teknisi karena pada skematik hidrolik yang terlihat hanyalah simbol-simbol tersebut sehingga apabila tidak mengerti tentang ISO simbolnya akan terjadi pengulangan pekerjaan/*redo job* yang akan mengakibatkan kerugian waktu bagi perusahaan/*lost time*, selain itu apabila terjadi kesalahan pemasangan komponen dapat mengakibatkan kecelakaan kerja dan kinerja alat jadi turun/ *low power*.

1.10 SOAL-SOAL LATIHAN

1. Sebutkan nama dan fungsi dari ISO Symbol dibawah ini

- a.
- b.
- c.



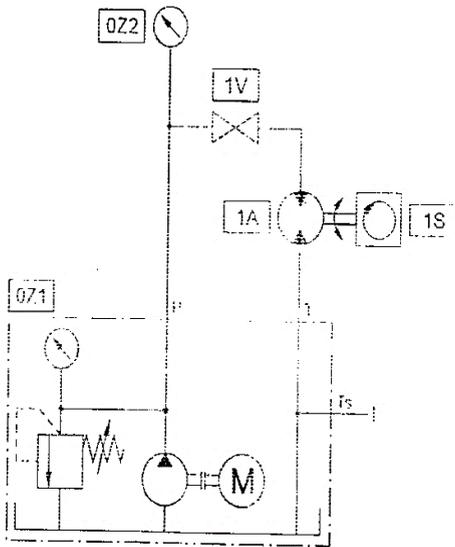
2. Jelaskan aturan-aturan pada ISO Simbol!

3. Latihan Praktek

Tujuan : Peserta training mampu mengenal dan menjelaskan ISO Simbol pada rangkaian sederhana dan menggambarkan karakteristik kerja dari pompa hidrolik / *Hydraulic Pump*.

A. Daftar Komponen

Kode	Jumlah	Penjelasan
0Z1	1	Hydraulic power pack
0Z2	1	Pressure gauge
1V	1	Shut-off valve / Keran
1S	1	Flow sensor



Practical assembly,
hydraulic

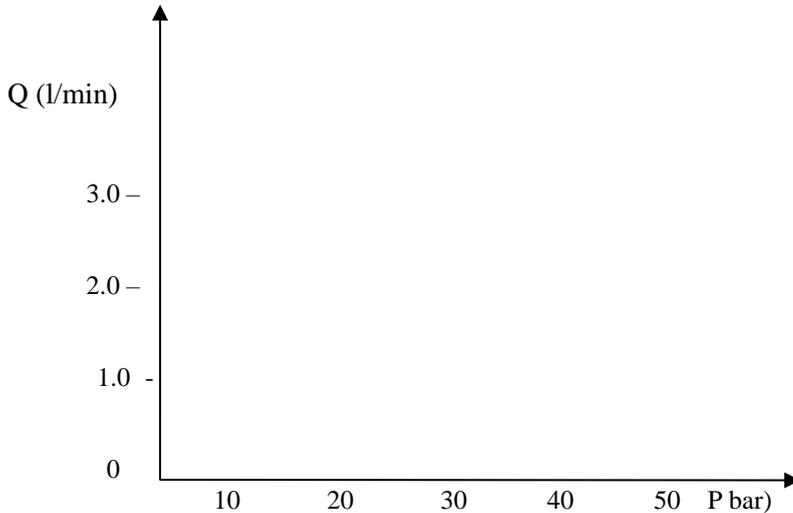
B. Tata cara pelaksanaan praktek:

1. Rangkailah sirkuit hidrolik seperti pada gambar 1, katup 1V harus terbuka penuh
2. Sekarang secara perlahan tutuplah katup 1V dan atur nilai tekanan (P) seperti yang terlihat pada pressure gauge 0Z2 dan nilai P pada tabel.
3. Maksimum tekanan adalah 60 bar yang ditunjukkan dengan terbukanya pressure relief valve

C. Evaluasi

System Pressure (P)	15	20	25	30	35	40	45	50	bar
Flow rate (Q)									l/min

D. Grafik Karakteristik Pompa



Saat tekanan meningkat, flow dari pompa akan perlahan-lahan turun. Pada teorinya kurva karakteristik dari pompa seharusnya berupa garis lurus. Pengurangan flow dari pompa bias disebabkan kebocoran pada saluran hydraulic oil, yang menjadi lebih besar daripada peningkatan tekanan. Rasio dari flow pompa terukur dengan flow teoritis disebut efisiensi volumetric efektif dari pompa

$$\text{Efisiensi volumetric efektif} = \frac{\text{flow terukur}}{\text{flow teoritis}}$$

Alasan teknis, nilai actual yang tercatat pada latihan ini konsumsi daya dari motor elektrik atau pressure relief valve terlalu cepat membuka. Pompa yang ada mampu digunakan untuk tekanan 250 bar. Motor elektrik dengan rating yang tinggi akan mampu mencapai tekanan 250 bar tersebut, tetapi pada latihan ini motor elektrik hanya dirancang untuk megerakkan pompa sehingga dihasilkan tekanan 60 bar saja.

1.13 DAFTAR PUSTAKA

Basic Hydraulic System, Student Hand Book, Training Centre
PT Trakindo Utama, Cileungsi, 2006

Multimedia Information Management, PT Trakindo Utama,
Jakarta

Hidrolika&Pneumatika, Pedoman Bagi Teknisi dan Insinyur,
Andrew Parr, Erlangga, Bandung, 2003

Hydraulic Workbook Basic Level, Festo Didactic GmBh&Co,
Denkendorf, 1998

BAB 2 DIRECTIONAL CONTROL VALVE

Parameter Deskripsi	Capaian Pembelajaran (Learning Outcome)
Sikap	Mahasiswa menerapkan teori <i>7 Habits Of Highly Effective People</i> dalam mengikuti perkuliahan
Keterampilan Umum	mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan jenis directional control valve (DCV)
Keteampilan Khusus	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan jenis fungsi DCV, envelope, port, katup poppet, katup spool, katup rotari, check valve, double check valve, make up valve
Pengetahuan	Mahasiswa mengerti dan bisa membaca <i>schematic hydraulic</i> pada unit alat berat

2.1 SIMBOL GRAFIK

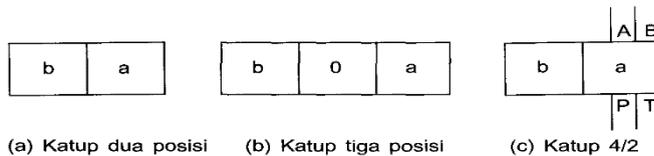
Sejauh ini, simbol-simbol katup sederhana telah digunakan untuk mendeskripsikan cara kerja kontrol. Dan pembahasan pada bagian terdahulu, terlihat bahwa cara kerja kontrol dengan mudah bisa menjadi sangat ruinit untuk direpresentasikan oleh sketsa-sketsa yang menunjukkan bagaimana sebuah katup dikonstruksi.

Itulah sebabnya sekumpulan simbol grafik dibuat (serupa, dalam prinsip, dengan simbol yang digunakan pada diagram sirkuit elektrik). Simbol-simbol ini menunjukkan fungsi komponen, tanpa menunjukkan konstruksi fisis tiap peralatan. Sebuah katup spul (kumparan) 3/2 dan katup rotasi 3/2 dengan fungsi sama mempunyai simbol yang sama; walaupun konstruksinya sama sekali berbeda.

Simbol dideskripsikan dalam berbagai dokumen nasional, yakni D1N24300, BS2917, 1S01219 dan 1S05599 yang baru,

CETOP RP3 ditambah simbol orisinil American JIC dan ANSI. Perbedaan antara dokumen-dokumen ini sangat kecil.

Sebuah katup direpresentasikan oleh sebuah bujur sangkar untuk tiap posisi sakelarnya. Jadi. Gambar 2.1a menunjukkan simbol katup dua posisi, dan Gambar 2.1b simbol katup tiga posisi. Posisi katup dapat dinyatakan oleh huruf a, b, c dan seterusnya, dengan 0 digunakan untuk posisi netral sentral.



Gambar 2.1 Simbol-simbol grafik dasar

Port suatu katup ditunjukkan di sisi luar kotak-kotak pada posisi awal atau normal tak dioperasikan. Empat port telah ditambahkan pada simbol katup dua posisi yang ditunjukkan pada Gambar 2.1c.

Penandaan yang diberikan pada port biasanya adalah :

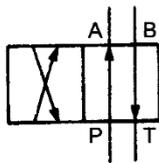
Port	Designasi
Jalur kerja Pasokan tekanan (daya) Buang/balik	A, B, C dan seterusnya P, R, S, T dan seterusnya (T biasanya digunakan untuk sistem hidrolik, sedangkan R dan S untuk sistem pneumatik)
Jalur kontrol (Pilot)	Z, Y, X dan seterusnya

ISO 5599 menyarankan agar kita mengganti huruf-huruf ini dengan bilangan. Dalam pandangan penulis, ini adalah suatu langkah mundur !

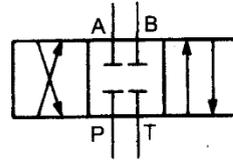
Garis-garis beranak panah menyatakan arah aliran. Pada Gambar 2.2a, inisalnya fluida dihantarkan dari port P ke port A dan kembali dari port B ke port T bila katup berada dalam keadaan normal a. Dalam keadaan b, aliran dibalik.

Posisi tutup dinyatakan oleh T, seperti yang ditunjukkan oleh posisi sentral katup pada Gambar 2.2b, dan jejak aliran internal dapat dinyatakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2c. Katup terakhir ini melepas beban ke posisi off.

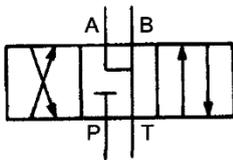
Dalam sistem pneumatik, jaringan biasanya melepas udara ke atmosfer secara langsung di katup, seperti yang ditunjukkan oleh port R pada Gambar 2.2d.



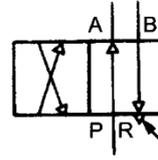
(a) Katup 4/2



(b) Katup 4/3 centre off (beban diisolasi)



(c) Katup 4/3, bebas beban di pusat

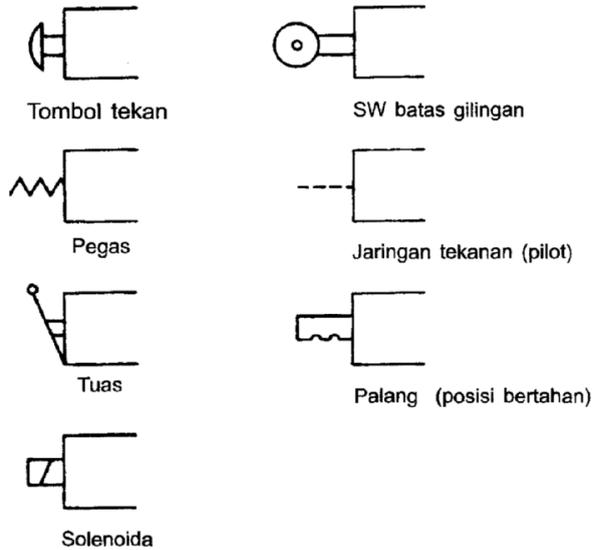


(d) Katup pneumatik dengan lubang angin (katup pneumatik seringkali dinyatakan dengan anak panah 'putih')

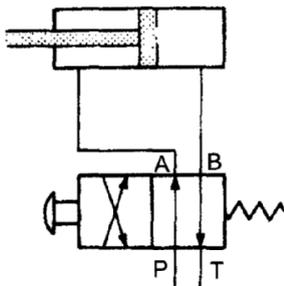
Gambar 2.2 Simbol-simbol katup

Gambar 2.3a menunjukkan simbol-simbol berbagai cara pengoperasian katup. Gambar 2.3b menyatakan katup 4/2 yang dioperasikan oleh tombol tekan. Dengan menekan tombol maka ram akan mengembang. Dengan melepas tombol, pegas mendorong katup ke posisi A dan ram menyempit.

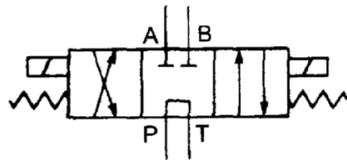
Simbol-simbol aktuasi (pergerakan) dapat dikombinasikan. Gambar 2.3c menyatakan sebuah solenoida yang dioperasikan katup 4/3, dengan pegas kembali ke pusat.



(a) Simbol-simbol aktuasi



(b) tombol tekan mengembang, pegas memampat bila tombol tekan dilepas

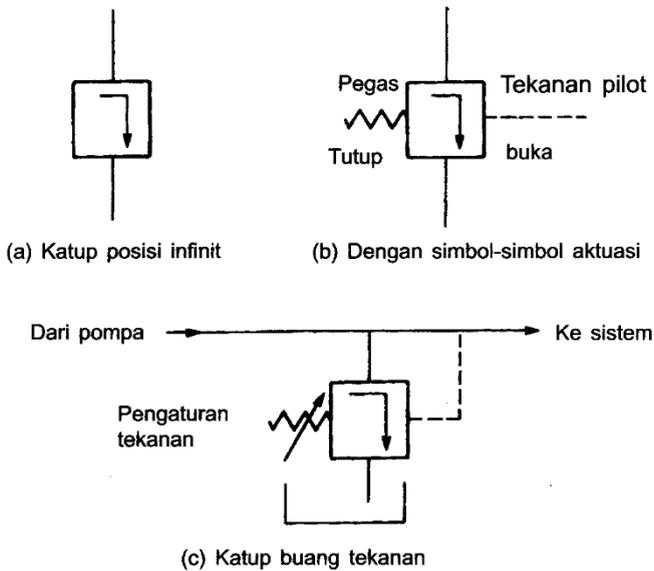


(c) katup 4/3, dioperasikan solenoida, pegas balik ke pusat. Jalur tekanan membongkar ke tangki dan beban terkunci di posisi pusat

Gambar 2.3 Simbol-simbol katup yang lengkap

Simbol-simbol katup posisi infinit ditunjukkan pada Gambar 2.4. Sebuah katup dasar dinyatakan oleh sebuah bujursangkar tunggal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4a, dengan katup ditunjukkan dalam posisi normal, atau tak beroperasi. Kontrol ditunjukkan oleh simbol aktuasi normal: pada

Gambar 2.4b, inisialnya, pegas mendorong katup ke kanan sambil mengurangi aliran, dan tekanan pilot mendorong katup ke kiri sambil menambahkan aliran. Ini menyatakan suatu katup buang tekanan yang akan dihubungkan ke dalam sebuah sistem hidrolik seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4c.

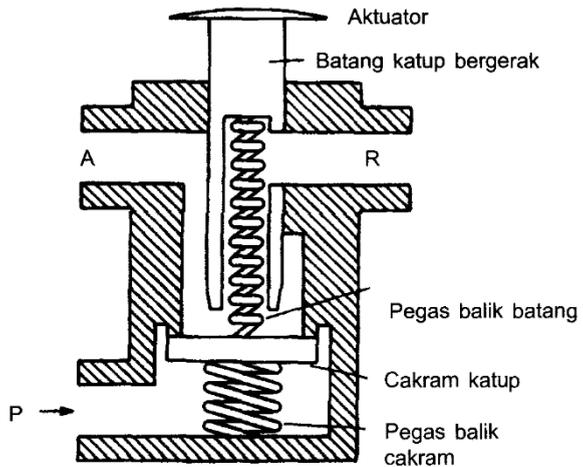


Gambar 2.4 Simbol katup posisi infinit

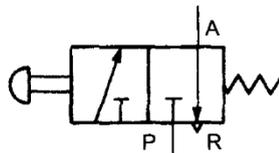
Pada dasarnya terdapat tiga jenis katup kontrol, yaitu katup popet, katup spul, dan katup rotari.

2.2 Katup Popet

Pada sebuah katup popet, cakram sederhana, kerucut, atau bola digunakan bersama dengan dudukan katup sederhana untuk mengontrol aliran.



(a) Konstruksi



(b) Simbol

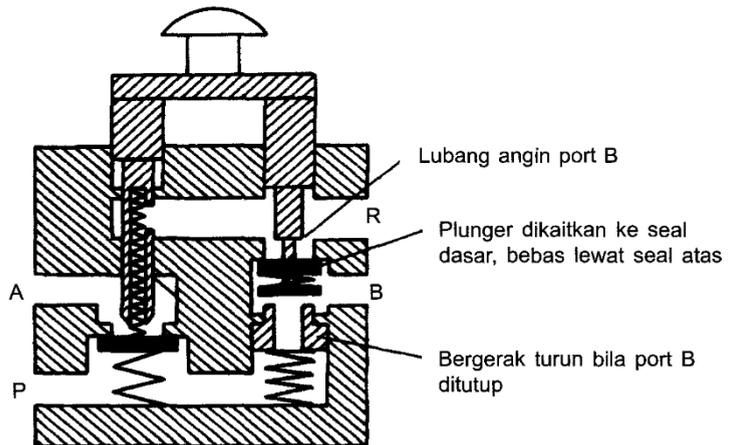
Gambar 2.5 Sebuah katup popet 3/2

Gambar 2.5 menunjukkan konstruksi dan simbol sebuah katup popet 3/2 seal cakram. Dengan tombol tekan dilepas, port A dan R dihubungkan lewat tangkai tombol yang kosong. Jika tombol ditekan, maka port R mula-mula ditutup, kemudian cakram katup didorong ke bawah untuk membuka katup dan menghubungkan port P dan A. Seperti sebelumnya, pegas dan tekanan fluida dan port P menutup katup.

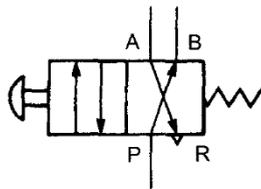
Konstruksi katup dan simbol yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 adalah katup popet pengganti hubungan 4/2 yang menggunakan dua batang dan katup cakram. Dengan tombol tekan dilepas, port A dan R dihubungkan lewat batang kiri kosong dan port P dan B dihubungkan lewat katup cakram kanan yang

biasanya terbuka. Jika tombol ditekan, maka hubungan antara port A dan R mula-mula ditutup, kemudian hubungan antara P dan

B ditutup. Hubungan antara A dan P selanjutnya dibuka, dan akhirnya hubungan antara B dan R dibuka. Bila tombol tekan dilepas, maka udara dan tekanan peg as menempatkan katup kembali ke keadaan awalnya.



(a) Konstruksi



(b) Simbol

Gambar 2.6 Katup popet 4/2

Katup popet adalah katup yang sederhana, murah dan kuat, tetapi biasanya bagi kita lebih mudah untuk memproduksi katup-katup yang lebih ruinit dibandingkan yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 dengan menggunakan katup spul. Kerugian yang besar dan katup popet adalah gaya yang diperlukan untuk

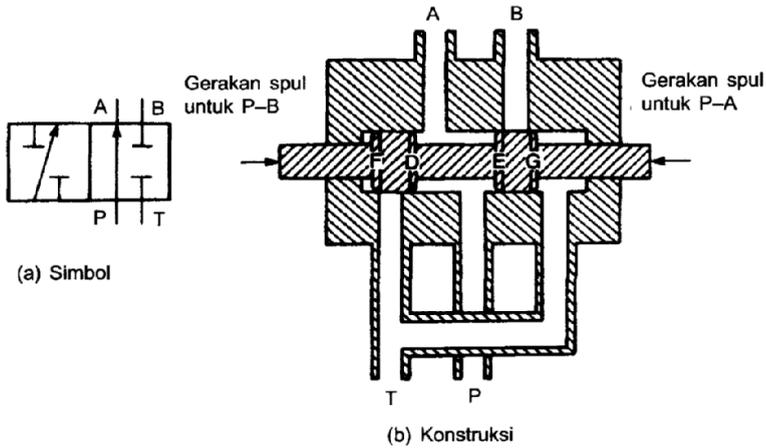
pengoperasiannya. Pada katup popet pada Gambar 2.5, inisialnya, gaya yang dibutuhkan di tombol tekan untuk mengoperasikan katup adalah $P \times A$ newton. Katup dengan kapasitas besar membutuhkan luas katup yang besar, sehingga menyebabkan gaya operasi yang besar. Maka, tekanan yang tinggi dalam sistem hidrolis cenderung membatasi penggunaan katup popet sederhana dan itulah sebabnya mengapa katup jenis ini terutama ditemukan di sistem pneumatik tekanan rendah.

2.3 Katup Spul

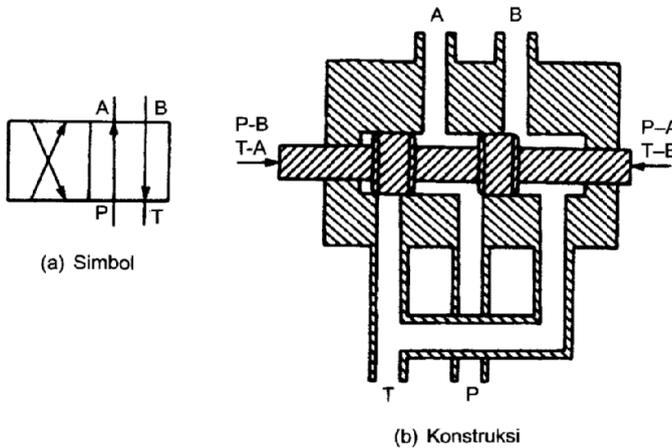
Katup spul (atau geser) dikonstruksi dengan sebuah spul yang bergerak secara horizontal dalam badan katup, seperti yang ditunjukkan untuk katup 4/2 pada Gambar 2.7. Luasan yang dinaikkan dinamakan 'lands' yang menahan atau membuka port untuk melakukan operasi yang diperlukan.

Operasi sebuah katup spul biasanya seimbang. Dalam konstruksi katup pada Gambar 2. 7b, inisialnya, tekanan diberikan pada permukaan-permukaan D dan E yang berhadapan dan tekanan tangki yang rendah pada permukaan F dan G. Tidak ada gaya neto pada spul dan tekanan sistem, yang memungkinkan spul digerakkan dengan mudah.

Gambar 2.8 adalah katup spul 4/2 pengganti hubungan. Perbandingan katup-katup yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 dan 2.8 menunjukkan bahwa kedua jenis katup tersebut mempunyai konstruksi badan yang sama, dan satu-satunya perbedaan yang ada adalah dalam hal ukuran dan posisi lands pada spul. Inilah keuntungan penghematan biaya yang utama dan katup spul : operasi yang berbeda-beda dapat dicapai dengan badan yang umum dan spul yang berbeda. Hal ini tentunya mengurangi biaya produksi.



Katup spul dua jalur

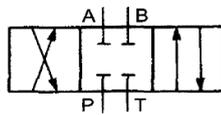
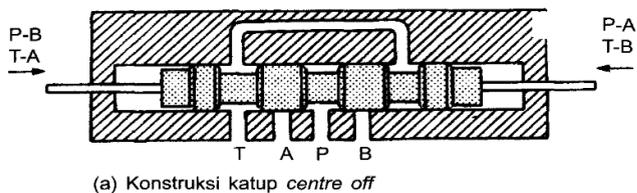


Gambar 2.8 Katup spul empat jalur

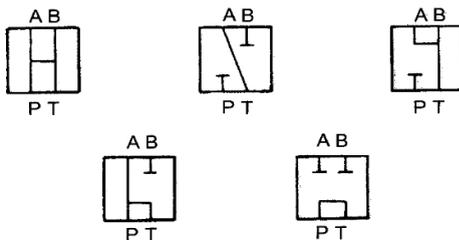
Gambar 2.8 menunjukkan berbagai bentuk katup pengganti hubungan tiga posisi; perhatikanlah, bahwa katup-katup ini menggunakan satu badan dengan fungsi berbeda, yang dicapai dengan pola land berbeda.

Katup spul dioperasikan dengan cara menggeser spul. Hal ini dapat dicapai dengan tombol, tuas, atau striker, atau dari jarak jauh dengan solenoida. Pemusatan sendiri dengan mudah dapat dilakukan jika pegas dipasang di ujung poros spul.

Katup yang dioperasikan solenoida biasanya bekerja pada 24 V DC atau 110 V AC. Masing-masing mempunyai keuntungan dan kerugian tersendiri. Sebuah pasokan daya DC harus disediakan untuk 24 V solenoida DC, yang, dalam sistem yang besar, cukup substansial dan mahal. Arus operasi sebuah solenoida 24 V lebih tinggi daripada solenoida 110 V. Kita harus berhati-hati dengan perkabelan di pabrik untuk menghindarkan penurunan tegangan pada jalur-jalur balik, jika jaringan balik tunggal biasa digunakan.



(b) Simbol



(c) Koneksi posisi *centre biasa*

Gambar 2.9 Katup empat jalur tiga posisi

Arus lewat sebuah solenoida DC ditentukan oleh resistansi gulungan. Arus dalam sebuah solenoida AC, sebaliknya, ditentukan oleh induktansi gulungan, dan induktansi ini biasanya didesain untuk memberikan sebuah arus aliran masuk yang tinggi, diikuti oleh arus penahan yang rendah. ini dicapai dengan penggunaan inti solenoida (dihubungkan ke spul) untuk menaikkan induktansi koil kumparan bila spul telah

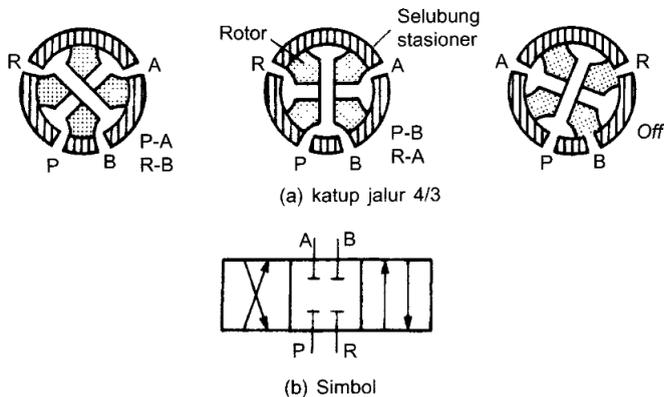
bergerak. Satu efek samping yang berkaitan dengan hal ini adalah bahwa sebuah spul yang macet menghasilkan arus tinggi permanen yang dapat merusak kumparan atau peralatan yang menggerakkannya. Masing-masing dari setiap solenoida AC harus dilindungi oleh sebuah sekering individual. Solenoida DC tidak dirugikan oleh karakteristik ini. Tentunya Anda nyaris tidak pernah mendengar adanya kumparan solenoida DC yang terbakar, bukan ?

Bentuk solenoida apapun yang digunakan akan sangat berguna dalam pencarian kesalahan untuk mendapatkan indikasi elektrik lokal yang dipasang ke dalam puncak tombol solenoida. Ini memungkinkan pengidentifikasian kesalahan secara cepat sebagai masalah elektrik atau masalah hidrolik.

Sebuah solenoida dapat menggunakan tarikan atau dorongan sebesar sekitar 5 sampai 10 kg. Ini sudah cukup untuk kebanyakan katup spul pneumatik, tetapi terlampau rendah untuk operasi langsung dan katup hidrolik berkapasitas besar. Di sini harus digunakan operasi pilot, sebuah topik yang akan dibahas kemudian.

2.4 Katup Rotari

Katup rotari terdiri dari sebuah spul yang berputar lurus terhadap lubang-lubang dalam selubung katup untuk menghasilkan operasi yang dibutuhkan. Gambar 2.10 menunjukkan konstruksi dan simbol sebuah katup tipikal dengan cara kerja centre off (menjauhi pusat).



Gambar 2.10 Katup rotari

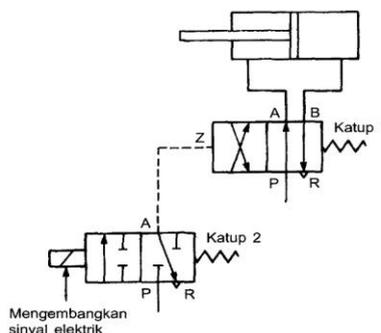
Katup rotari bersifat padat, sederhana, dan mempunyai gaya operasi rendah. Namun, katup jenis ini merupakan peralatan tekanan rendah dan oleh sebab itu, terutama digunakan untuk operasi manual dalam sistem pneumatik.

2.5 Katup Dioperasikan Pilot

Dengan katup pneumatik berkapasitas besar (terutama katup popet) dan kebanyakan katup hidrolis, gaya operasi yang dibutuhkan untuk menggerakkan katup bisa jadi besar. Jika gaya yang dibutuhkan terlampau besar untuk sebuah operasi solenoida atau manual, maka digunakanlah proses dua tahap yang dinamakan operasi pilot.

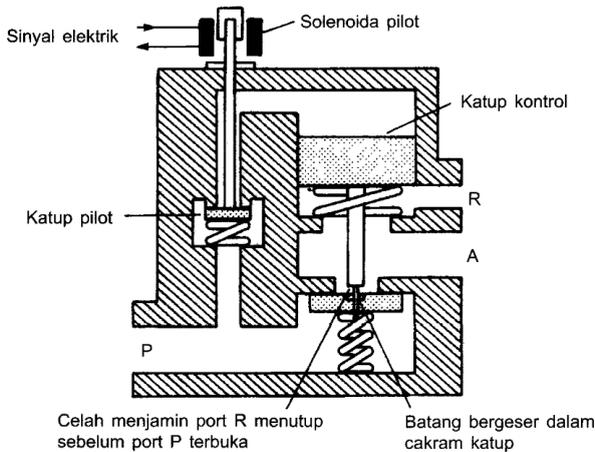
Prinsip operasi ini ditunjukkan pada Gambar 2.11. Katup 1 adalah katup operasi utama yang digunakan untuk menggerakkan sebuah ram. Gaya operasi yang dibutuhkan untuk menggerakkan katup, bagaimanapun juga, terlampau besar untuk operasi langsung solenoida, sehingga katup 2 yang lebih kecil, yang dikenal sebagai katup pilot, ditambahkan demi memungkinkan katup utama dioperasikan oleh tekanan sistem. Jaringan tekanan pilot biasanya ditunjukkan dengan titik-titik dalam diagram sirkuit, dan port pilot di katup utama dinamakan Z, Y, X dan seterusnya. Pada Gambar 2.11, port pilot Z dikurangi tekanannya dengan solenoida yang dikurangi energinya, dan ram disempitkan. Bila solenoida diberi energi, maka katup 2 berganti hubungan, menekan Z; yang menyebabkan katup 1 berenergi dan ram mengembang. Walaupun operasi pilot dapat dilakukan dengan katup-katup terpisah, lebih wajar jika kita gunakan sebuah gabungan katup pilot/utama yang dibuat sebagai sebuah unit lengkap yang siap pakai.

Gambar 2.11
Katup dioperasikan pilot



Gambar 2.12 menunjukkan operasi sebuah katup pneumatik 3/2 yang dioperasikan pilot. Solenoida mengoperasikan katup pilot kecil secara langsung. Karena katup ini mempunyai luasan yang kecil, hanya dibutuhkan gaya operasi yang rendah. Katup pilot menggunakan tekanan jaringan ke puncak katup kontrol yang menyebabkannya bergerak ke bawah, menutup port pembuangan. Bila katup pilot mengontak cakram katup utama, terdapat dua gaya yang bekerja pada batang katup. Katup pilot menggunakan gaya ke bawah sebesar $P \times D$, di mana P adalah tekanan jaringan dan D adalah luas katup kontrol. Tekanan jaringan juga menggunakan gaya ke atas, $P \times E$, terhadap batang, dengan E adalah luas katup utama. Luas katup kontrol, D , lebih besar daripada luas katup utama E , sehingga gaya ke bawah lebih besar dan katup terbuka.

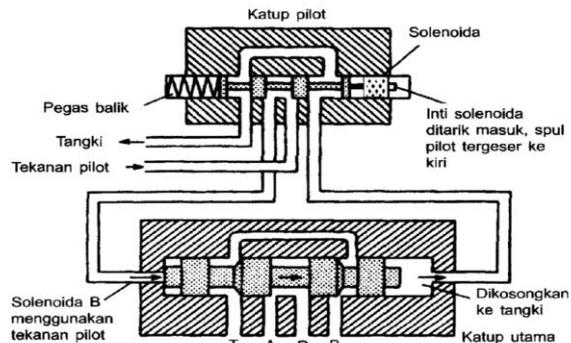
Bila energi solenoida berkurang, maka ruang di atas katup kontrol pun dikosongkan. Tekanan jaringan dan pegas di katup utama menyebabkan batang katup naik kembali, dan mengosongkan port A.



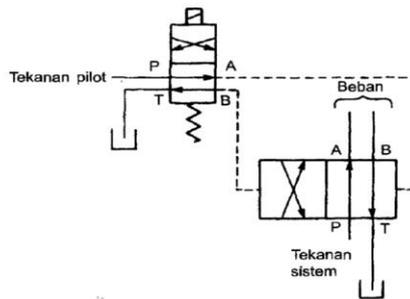
Gambar 2.12 Konstruksi katup 3/2 yang dioperasikan pilot

Sebuah katup spul yang dioperasikan pilot 4/2 hidrolis ditunjukkan pada Gambar 2.13. Ujung-ujung spul pilot dalam kebanyakan katup yang dioperasikan pilot dapat dilihat dan bagian luar katup. Dan sudut pandang perawatan, hal ini berguna, karena memungkinkan operasi sebuah katup diperiksa. Dalam kasus-kasus ekstrim, katup dapat diperiksa dengan mendorong

spul pilot langsung dengan sebuah batang yang ukurannya cocok (batang las cukup ideal !). Diperlukan kecermatan dalam memeriksa keadaan solenoida pada katup solenoida dual sebelum kita mencoba operasi manual. Mengesampingkan sebuah solenoida AC yang berenergi dapat menciptakan arus besar yang mungkin merusak kumparan (atau memutus sekering, jika solenoida mempunyai proteksi yang dipasang secara benar).



(a) Konstruksi: daya yang diterapkan ke solenoida telah memindahkan spul pilot ke kiri. Ini menggunakan tekanan pilot ke ujung kiri spul utama, menggeser spul ke kanan, dan menghubungkan port P & B

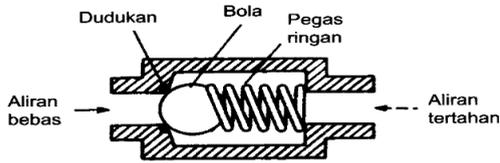


(b) Simbol

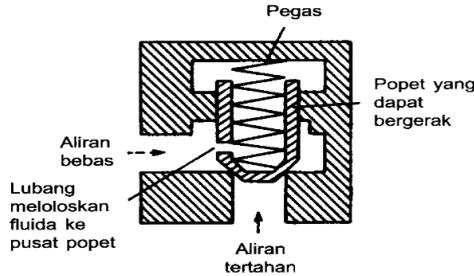
Gambar 2.13 Katup dioperasikan pilot

2.6 Katup Balik / Check Valve / Non-return valve

Katup balik hanya memungkinkan aliran dalam satu arah dan, oleh sebab itu, serupa operasinya dengan dioda elektronik. Konstruksi termudahnya adalah susunan bola dan dudukan katup pada Gambar 2.14a, yang biasanya digunakan dalam sistem pneumatik. Konstruksi tegak lurus pada Gambar 2.14b lebih cocok untuk tekanan yang lebih tinggi dan sistem hidrolik. Arah aliran bebas biasanya ditandai dengan anak panah pada selubung katup.

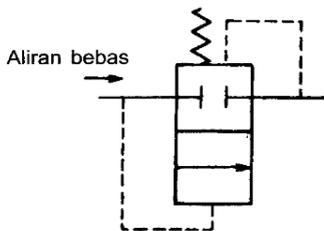


(a) Katup balik sederhana

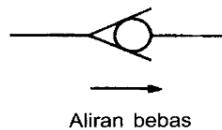


Gambar 2.14 Katup balik (check valves)

Sebuah katup balik direpresentasikan oleh simbol grafik pada Gambar 2.15 Simbol pada Gambar 2.15a terlihat agak rumit sehingga simbol yang lebih sederhana pada Gambar 2.15b lebih sering digunakan.



(a) Simbol fungsi



(b) Simbol konvensional

Gambar 2.15 Simbol-simbol katup balik

Gambar 2.16 mengilustrasikan beberapa aplikasi umum dan katup balik. Gambar 2.16a menunjukkan suatu kombinasi pompa yang digunakan ketika suatu aplikasi membutuhkan volume besar dan tekanan rendah, atau volume kecil dan tekanan tinggi. Kasus tipikalnya adalah penjepit yang dituntut untuk

menyambung secara cepat (volume tinggi dan tekanan rendah) kemudian mencengkeram (volume minimum dan tekanan tinggi). Pompa 1 adalah pompa volume tinggi dan tekanan rendah, dan pompa 2 adalah pompa tekanan tinggi. Dalam moda volume tinggi, kedua pompa melakukan penghantaran ke sistem, pompa 1 melakukan penghantaran lewat katup balik V3. Bila tekanan tinggi dibutuhkan, maka tekanan jaringan di X menaikkan katup yang mengoperasikan pembongkaran V1 lewat port pilot A, membuat pompa 1 tak berbeban. Pompa 2 menghantarkan tekanan yang dibutuhkan, yang ditetapkan oleh katup buang V2, dengan katup balik mencegah fluida bocor kembali ke pompa 1 dan V1.

Gambar 2.16b menunjukkan sebuah sirkuit hidrolik dengan peralatan penyimpanan tekanan yang dinamakan akumulator (dibahas di bab yang akan datang). Di sini, sebuah katup balik memungkinkan pompa melakukan pembongkaran lewat katup pengatur tekanan, sembari tetap mempertahankan tekanan sistem akumulator.

Katup balik yang dioperasikan pegas membutuhkan tekanan kecil untuk melakukan pembukaan (dinamakan tekanan retak) dan sampai taraf tertentu bekerja seperti katup buang bertekanan rendah. Karakteristik ini dapat dimanfaatkan. Dalam Gambar 2.16c, tekanan pilot diperoleh sebelum katup balik, dan pada Gambar 2.16d katup balik digunakan untuk memproteksi filter yang dihambat oleh aliran penghalang sekeliling filter bila tekanan naik. Sebuah katup balik juga dimasukkan ke dalam tangki balik untuk mencegah fluida dihisap keluar dan tangki bila pompa dimatikan.

2.7 Katup Balik yang Dioperasikan Pilot

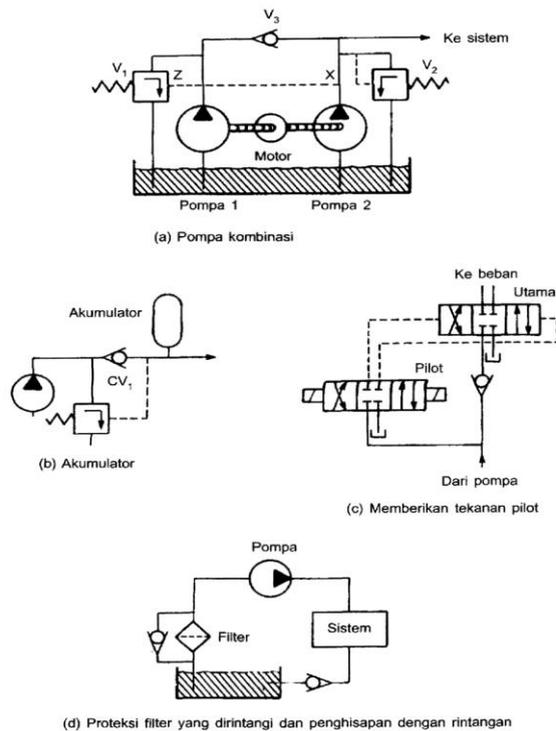
Silinder pada sistem pada Gambar 2.17 secara teoretis harus mempertahankan posisi bila katup kontrol ada di posisi centre off-nya. Dalam praktiknya, silinder cenderung bergerak lambat akibat adanya kebocoran dalam katup kontrol.

Katup balik mempunyai penutup yang canggih dalam posisi tertutup, tetapi katup balik sederhana tidak dapat digunakan dalam sistem pada Gambar 2.17 karena aliran dibutuhkan dalam kedua arah. Katup balik yang dioperasikan pilot sesungguhnya serupa dengan katup balik dasar, tetapi katup tipe itu dapat

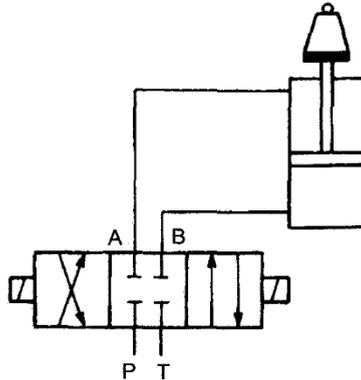
ditahan terbuka secara permanen dengan menggunakan sinyal tekanan pilot eksternal.

Ada dua bentuk dasar katup balik yang dioperasikan pilot, yang ditunjukkan pada Gambar 2.16. Katup-katup itu beroperasi dengan cara yang serupa dengan katup balik dasar, tetapi dengan tekanan pilot langsung membuka katup. Di katup 4C yang ditunjukkan pada Gambar 2.16a, tekanan inlet membantu pilot. Simbol katup balik yang dioperasikan pilot ditunjukkan pada Gambar 2.16c.

Aplikasi silinder pada Gambar 2.16a digambar kembali dengan katup balik yang dioperasikan pilot pada Gambar 2.16c. Jaringan pilot dihubungkan ke jaringan tekanan yang mengisi ke sisi lain silinder. Untuk tiap gerakan silinder, satu katup balik ditahan terbuka oleh aliran (beroperasi sebagai sebuah katup balik normal) dan yang lainnya ditahan terbuka oleh tekanan pilot. Untuk gerakan yang tidak dibutuhkan, kedua katup balik ditutup dan silinder dikunci dalam posisi tertentu.



Gambar 2.16 Aplikasi katup balik



Gambar 2.17 Sistem yang membutuhkan katup balik. Pada posisi off beban ‘merangkak’

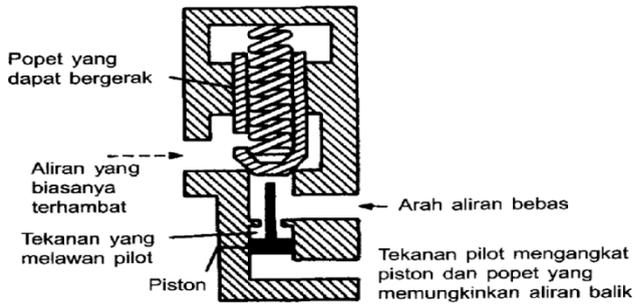
2.8 Katup Balik Berpenghalang (*Pilot Operated Check Valve*)

Kecepatan sebuah aktuator hidrolik atau pneumatik dapat dikontrol dengan mengatur laju ketika fluida diloloskan ke, atau dibolehkan keluar dan, sebuah peralatan. tetapi sebuah kontrol kecepatan seringkali dituntut untuk menjadi sensitif terhadap arah, dan hal ini menuntut disertakannya sebuah katup balik.

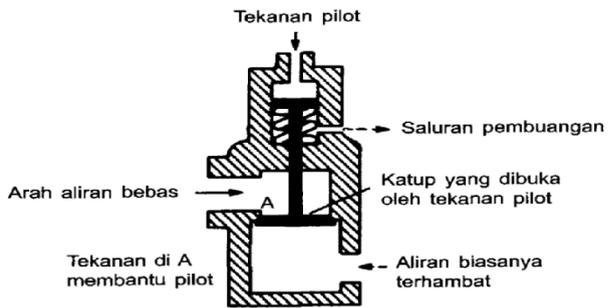
Katup balik berpenghalang (sering juga disebut katup buang penghambat dalam pneumatik) memungkinkan adanya aliran penuh dalam satu arah dan aliran direduksi dalam arah yang lain. Simbol sebuah katup balik berpenghalang ditunjukkan pada Gambar 2.19c.

Gambar 2.19d menunjukkan aplikasi tipikal, di mana silinder mengembang pada kecepatan penuh sampai sebuah sakelar pembatas menahannya, kemudian silinder itu mengembang lebih lanjut pada kecepatan rendah. Penyempitan terjadi pada kecepatan penuh.

Sebuah katup balik berpenghalang V_2 dipasang dalam satu kaki silinder. Dengan silinder menyempit, katup yang beroperasi terbatas V_3 terbuka dan memungkinkan aliran bebas fluida dari silinder jika ia mengembang. Bila pelat striker pada ram silinder menumbuk batas, maka katup V_3 tertutup, dan aliran keluar dan silinder sekarang dibatasi oleh pengaturan katup jarum V_2 . Dalam arah sebaliknya, katup balik di katup V_2 membuka dan membenkan kecepatan penyempitan penuh.



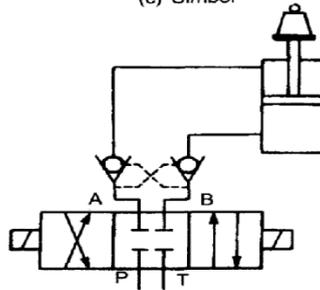
(a) Katup balik 4C



(b) Katup balik 2C

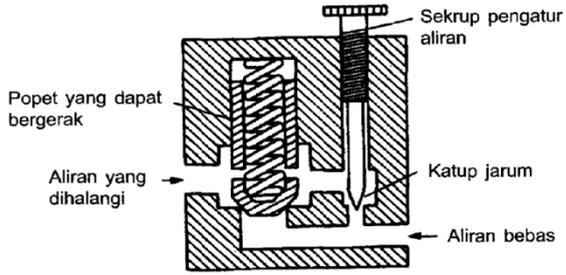


(c) Simbol

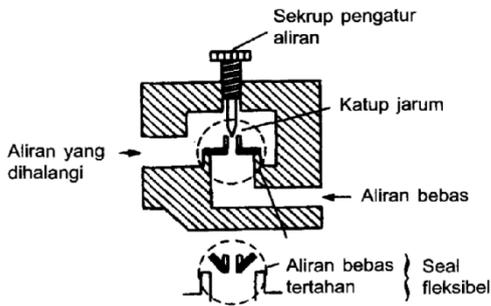


(d) Katup balik pilot dengan silinder pengangkat

Gambar 2.18 Katup balik dioperasikan pilot



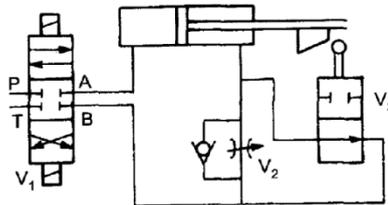
(a) Katup hidrolik



(b) Katup pneumatik



(c) Simbol



(d) Aplikasi tipikal

Gambar 2.19 Katup balik berpenghalang

2.9 Katup Buang Cepat dan Bolak-Balik (*Double Check Valve/OR Valve/Shuttle Valve*)

Sebuah katup bolak-balik, yang juga dikenal sebagai katup balik ganda, memungkinkan tekanan dalam sebuah jaringan diperoleh dan sumber-sumber alternatif. Katup ini lebih banyak dipakai dalam peralatan pneumatik dan jarang dijumpai dalam sirkuit hidrolis.

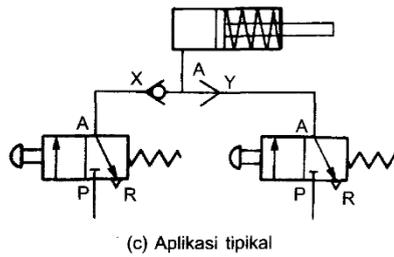
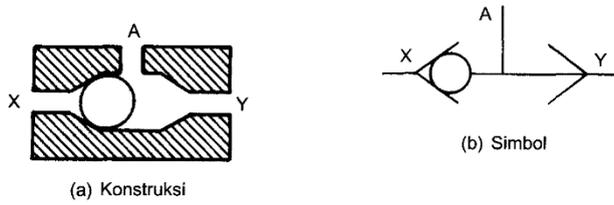
Konstruksinya sangat sederhana; katup ini terdiri dari sebuah bola di dalam sebuah silinder, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.20a.

Jika tekanan dibenikan ke port X, maka bola didorong ke kanan dan menutup port Y, dan menghubungkan port X dan A. Dengan cara yang sama, tekanan pada port Y saja menghubungkan port Y dan A, dan memblokir port X. Simbol sebuah katup bolak-balik diberikan pada Gambar 2.20b.

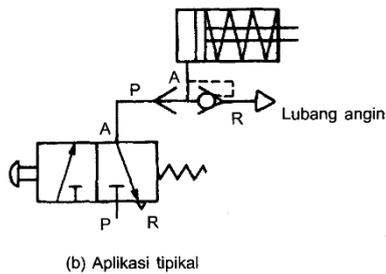
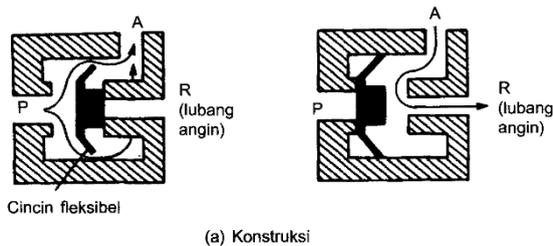
Sebuah aplikasi tipikalnya diberikan pada Gambar 2.20c, di mana sebuah silinder balik berpegas dioperasikan oleh salah satu dan dua stasion manual. Isolasi antara kedua stasion dibenikan oleh katup bolak-balik. Perhatikan bahwa koneksi T sederhana tidak dapat digunakan karena tiap katup dikosongkan port A-nya ke port pembuangan.

Sebuah katup buang cepat (Gambar 2.21) digunakan untuk mengosongkan silinder dengan cepat. Katup ini banyak digunakan untuk silinder balik berpegas (gerakan tunggal). Peralatan yang ditunjukkan pada Gambar 2.21a terdiri dari sebuah cakram yang dapat bergerak, yang memungkinkan port A dihubungkan dengan port tekanan P atau port pembuangan besar R. Peralatan ini berlaku sebagai, dan mempunyai simbol yang sama seperti, sebuah katup bolak-balik. Sebuah aplikasi tipikalnya ditunjukkan pada Gambar 2.21b.

Katup buang cepat biasanya dipasang secara lokal ke, atau secara langsung pada, silinder dan mempercepat respons dengan mengabaikan tiap penundaan dan pipa balik dan katup kontrol. Katup buang cepat juga mengizinkan digunakannya katup kontrol yang lebih sederhana.



Gambar 2.20 Katup bolak-balik pneumatik



Gambar 2.21 Katup buang cepat

2.10 RANGKUMAN

Fungsi dari directional control valve (DCV) adalah untuk menentukan arah pergerakan aktuator, baik silinder maupun motor hidrolis. Pemasangan land spool harus dilakukan dengan benar agar pergerakan aktuator sesuai dengan perencanaan gerakannya. Untuk menjaga aktuator bekerja sesuai spesifikasi tekanan yang telah ditentukan maka seal memegang peranan yang sangat penting untuk menyekat oli hidrolis.

Kontaminasi kontrol mutlak diperlukan agar oli hidrolis tetap bersih dan dinding silinder tetap licin/tidak bergores karena debu.

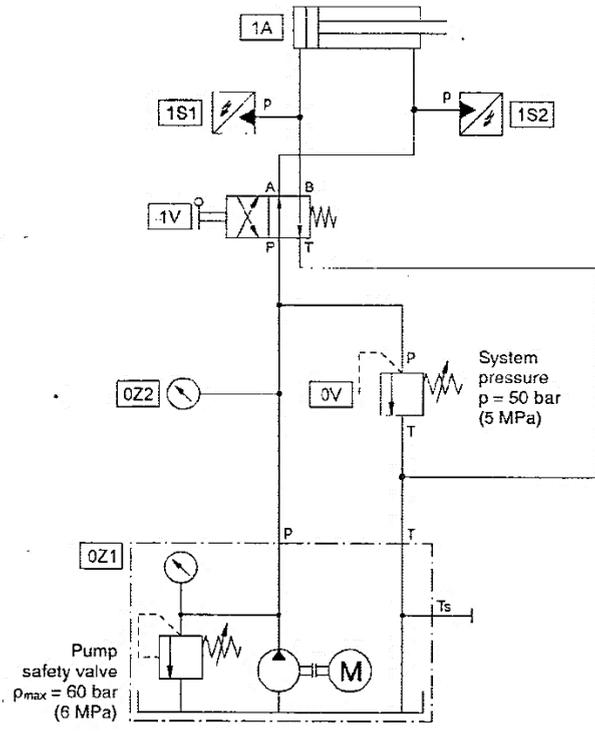
2.11. SOAL-SOAL LATIHAN

1. Amplop/kotak pada symbol DCV menyatakan apa?
2. Gambarkan katup 4/2 way, 4/3 way, 6/3 way.
3. Sebutkan jenis-jenis directional control valve!
4. Apakah perbedaan DCV yang langsung dioperasikan tuas dengan yang dioperasikan pilot oli?
5. Apakah fungsi dari check valve?
6. Gambarkan ISO symbol dari check valve!
7. Latihan Praktek 1

Tujuan : Peserta training mampu mengaplikasikan penggunaan directional control valve 4/2 way.

A. Daftar Komponen

Kode	Jumlah	Penjelasan
0Z1	1	Hydraulic power pack
0Z2	1	Pressure gauge
0V	1	Pressure relief valve
1V	1	4/2-way valve, manually operated
1A	1	Silinder/Aktuator
1S1, 1S2	1	Flow sensor
	1	Stopwatch



B. Tata cara pelaksanaan praktek:

1. Rangkailah sirkuit hidrolik seperti pada gambar 3 dan periksa sampai benar.
2. Hidupkan hidrolis power pack dan system pressure di atur pada pressure relief valve 0V menunjukkan 50 bar.
3. Gunakan pressure sensor untuk mengukur tekanan maju mundurnya silinder. Jangan gunakan pressure gauge karena nilainya akan berubah-ubah jika dioperasikan dan akan memberikan nilai yang salah.
4. Ketika hand lever/batang penggerak dari 4/2-way valve digerakkan, piston akan bergerak memanjang sampai lever dilepaskan atau gerakan piston telah sampai habis.
5. Jika levernya dilepas maka piston akan segera bergerak memendek.
6. Sebelum tekanan dan waktu diukur, piston harus digerakkan memendek dan memanjang beberapa kali agar udara yang mungkin terdapat didalamnya segera keluar.

C. Evaluasi

Advance stroke (Gerak memanjang) 	Travel pressure (P _{1S1})	Back Pressure (P _{1S2})	Travel time (t _{adv})
	bar	bar	det
Return stroke (Gerak memendek) 	Back Pressure (P _{1S2})	Travel pressure (P _{1S1})	Travel time (t _{adv})

Data yang diperoleh untuk melakukan perhitungan ;

Luas Piston (Head) $A_{PN} = 2.0 \text{ cm}^2$
 Luas Piston (Rod) $A_{PR} = 1.2 \text{ cm}^2$
 Panjang Langkah $s = 200 \text{ mm}$
 Flow pump output $q = 2 \text{ l/min}$

Rasio luas piston

$$\alpha = \frac{A_{PN}}{A_{PR}} = \frac{2 \text{ cm}^2}{1.2 \text{ cm}^2} = 1.67$$

Kecepatan langkah memanjang

$$v_{adv} = \frac{q}{A_{PN}} = \frac{2 \text{ l/min}}{2 \text{ cm}^2} = \frac{2000 \text{ cm}^3}{2 \text{ cm}^2} = \frac{60 \text{ det ik}}{2 \text{ cm}^2}$$

$$v_{adv} = 16.667 \text{ cm/det} = 0.17 \text{ m/det}$$

Waktu langkah memanjang

$$t_{adv} = \frac{s}{v_{adv}} = \frac{2 \text{ m}}{0.17 \text{ m/s}} = 11.76 \text{ det ik}$$

Kecepatan langkah memendek

$$v_{ret} = \frac{q}{A_{PR}} = \frac{2l/\text{min}}{1.2\text{ cm}^2} = \frac{2000\text{ cm}^3}{1.2\text{ cm}^2 \cdot 60\text{ det ik}}$$

$$V_{adv} = 27.78\text{ cm/det} = 0.28\text{ m/det}$$

Waktu langkah memendek

$$t_{ret} = \frac{s}{v_{ret}} = \frac{2\text{ m}}{0.28\text{ m/s}} = 7.14\text{ det ik}$$

Rasio kecepatan

$$\frac{v_{adv}}{v_{ret}} = \frac{0.17}{0.28} = 0.6$$

Rasio waktu tempuh

$$\frac{t_{adv}}{t_{ret}} = \frac{11.76}{7.14} = 1.65$$

D. Kesimpulan

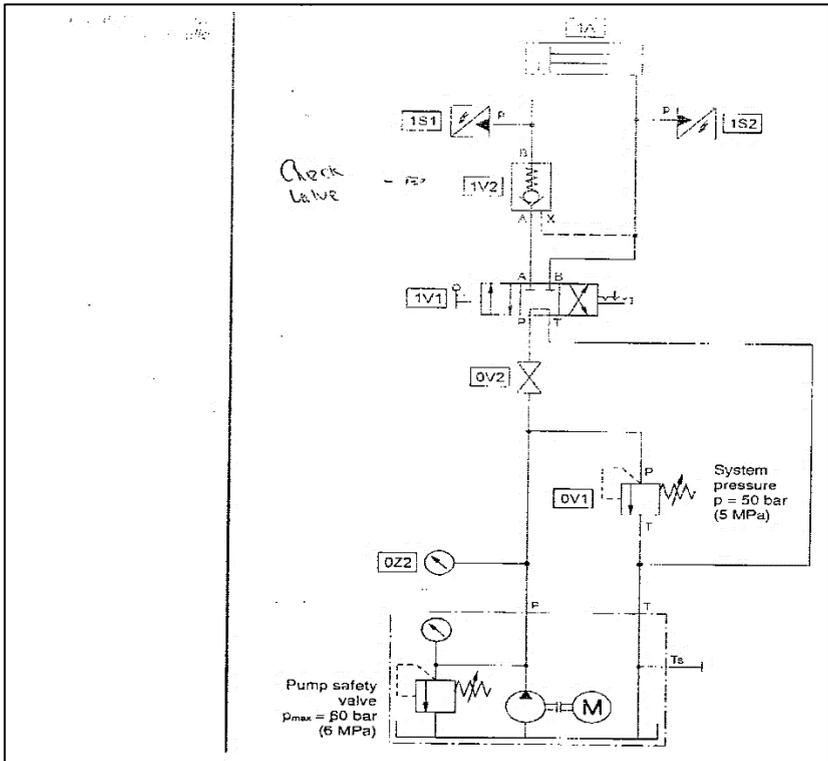
- Nilai rasio waktu tempuh \approx nilai rasio luas silinder (α)
- Nilai rasio kecepatan \approx $\frac{1}{\text{nilai rasio luas silinder } (\alpha)}$

8. Latihan Praktek 2

Tujuan : Peserta training mampu mengaplikasikan penggunaan directional control valve 4/3 way serta penggunaan Check Valve dan Pilot Operated Check Valve (*check valve = non return valve*)

A. Daftar Komponen

Kode	Jumlah	Penjelasan
OZ1	1	Hydraulic power pack
OZ2	1	Pressure gauge
OV1	1	Pressure relief valve
OV2	1	Shut-off valve
1V1	1	4/3-way valve, manually operated, recirculating mid position
1V2	1	Pilot Operated Non Return Valve / Pilot Operated Check Valve
1A	1	Silinder/Aktuator
1S1, 1S2	2	Pressure sensor
	1	Stopwatch



B. Tata cara pelaksanaan praktik:

1. Rangkailah sirkuit hidrolis seperti pada gambar 4 dan periksa sampai benar.
2. Shut-off valve OV2 harus tertutup dan pressure relief valve OV1 dalam keadaan terbuka/open.

3. Hidupkan hidrolis power pack dan tutup pressure relief valve 0V1 dengan perlahan sampai pressure gauge 0Z2 menunjukkan 50 bar.
4. Kemudian bukalah Shut-off valve 0V2, amati bahwa pressure gauge 0Z2 menunjukkan penurunan tekanan dari 50 bar menjadi 3 bar, saat ini directional control valve 4/3-way valve 1V1 mengalirkan kembali oli hidrolis dari pompa kembali ke tangki
5. Dengan menggunakan 4/3 –way valve, posisi piston dapat diatur pada berbagai tempat karena pada kondisi mid position piston akan berhenti sementara.
6. Pilot Operated Non Return Valve / Pilot Operated Check Valve digunakan untuk mencegah piston mendapat beban kejat dari gaya yang berlawanan dengan arah gerak piston.

C. Evaluasi

Arah	Posisi Valve	System Pressure (P _{0Z2})	Travel and back pressure	
			P _{1S1}	P _{1S2}
Advance Stroke (Memanjang)				
Return Stroke (Memendek)				
Mid-position (Posisi Tengah)				

Data yang diperoleh untuk melakukan perhitungan ;

Daya yang terjadi pada pompa $P_{DR} = 2.0 \text{ cm}^2$

Tekanan system yang disupply pompa $P = 50 \text{ bar}$

Flow yang dihasilkan pompa $q = \text{konstan } 2 \text{ l/min}$

Efisiensi pompa $\eta = 0,7$

Rumus yang digunakan untuk menghitung daya pompa

adalah
$$P_{DR} = \frac{P \cdot q}{\eta}$$

Daya yang terjadi pada keadaan “closed mid-position”

$$P_{DR} = \frac{50\text{bar} \cdot 2 \frac{l}{\text{min}}}{0.7} = \frac{50\text{kPa} \cdot 2\text{dm}^3}{0.7\text{cm}^2 \cdot 60\text{detik}} = \frac{50 \times 10\text{N} \times 2 \times 1000\text{cm}^3}{0.7\text{cm} \cdot 60\text{detik}} = 238 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{det}} = 238\text{Watt}$$

Daya yang terjadi pada keadaan “aliran dari pompa di by pass ke tangki”

$$P_{DR} = \frac{3.1\text{bar} \cdot 2 \frac{l}{\text{min}}}{0.7} = 15 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{det}} = 15\text{Watt}$$

D. Kesimpulan

4/3-way valve dengan recirculating mid-position umumnya digunakan pada silinder atau motor yang digerakkan oleh constant-displacement pump. Pada recirculating mid-position, oli hidrolik dialirkan kembali ketangki pada tekanan yang mendekati 0 (nol), sehingga peningkatan temperaturnya kecil. Kerugian dari penggunaan valve ini tidak memungkinkan digunakan pada sirkuit hidrolik yang dipasang parallel.

Pada kasus closed mid position pada saluran P, aliran dari pompa yang dialirkan ketangki pada keadaan tekanan maksimum, keadaan ini akan menimbulkan panas dari oli hidrolik.

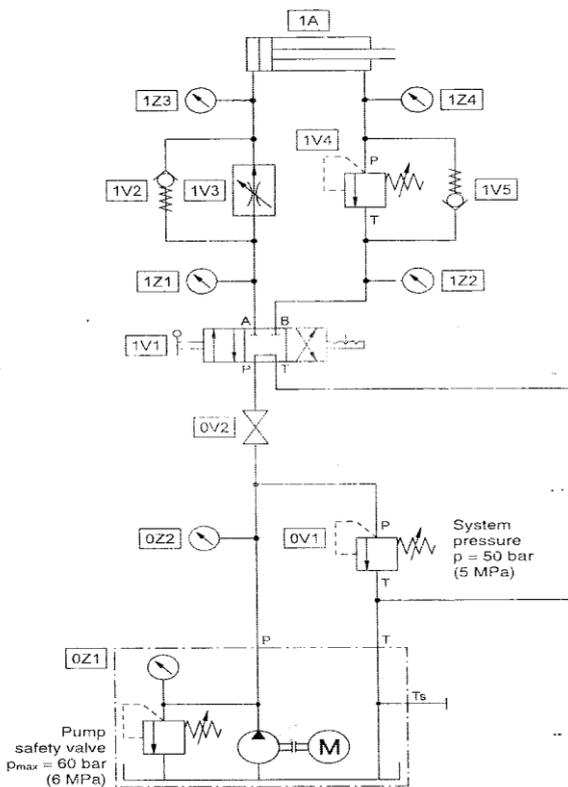
9. Latihan Praktek 3

Tujuan : Peserta training mampu mengaplikasikan penggunaan 2-way flow control valve serta merangkainya pada papan simulasi.

A. Daftar Komponen

Kode	Jumlah	Penjelasan
0Z1	1	Hydraulic power pack
0Z2, 1Z1, 1Z2, 1Z3, 1Z4	5	Pressure gauge
0V1, 1V4	2	Pressure relief valve

0V2	1	Shut-off valve
1V1	1	4/3-way valve, manually operated
1V3	1	2 way flow control valve
1V2, 1V5	2	Non return valve
1A	1	Double acting silinder/Aktuator
	1	Stopwatch



Practical assembly,
hydraulic

B. Tata cara pelaksanaan praktik:

1. Rangkailah sirkuit hidrolik seperti pada gambar 6 dan periksa sampai benar.
2. Pertama-tama tutup shut-off valve 0V2 dan atur tekanan yang diinginkan dengan pressure relief valve 0V1.

3. Sekarang buka PRV 1V4 dan shut-off valve 0V2, bukalah flow control valve kira-kira 2 putaran sampai piston bergerak ke posisi forward end dengan waktu 5 detik saat 4/3 way valve digerakkan.
4. Jangan merubah flow control valve setting dahulu, tetapi aturlah pressure relief valve 0V1 untuk mengatur nilai seperti table 1 (lihat tekanan pada pressure gauge 1Z1).
5. Pressure yang terbaca pada pressure gauge 1Z4 harus diatur selama langkah maju dengan menggunakan pressure relief valve 1V4. Flow/aliran tidak mungkin melalui flow control valve dan pressure relief valve pada arah yang berlawanan. Dua buah non-return valve 1V2 dan 1V5 dipasang sebagai aliran keluarannya.
6. Pada saat setting $P_{1Z1}=50$ bar dan $P_{1Z4}=40$ bar (pada table 1 dan 2), pompa memerlukan kira-kira 1-2 detik untuk mencapai tekanan balik sebesar 40 bar. Waktu yang diukur bukan saat 4/3 way valve diaktifkan tapi dari saat piston tod mulai bergerak. Pada kasus table 2, nilai 50 bar tidak bisa penuh tercapai karena adanya hambatan.

P_{1Z1} = Tekanan pada upstream dari flow control valve

P_{1Z3} = Tekanan pada down stream dari flow control valve

P_{1Z4} = Tekanan pada rod end

t = Waktu bagi silinder untuk melakukan advance stroke.

Tabel 1 (Fluktuasi inlet pressure)

P_{1Z1}	P_{1Z3}	P_{1Z4}	t
50 bar	7 bar	10 bar	4 detik
40 bar	7 bar	10 bar	4 detik
30 bar	7 bar	10 bar	4 detik
20 bar	7 bar	10 bar	4 detik
10 bar	7 bar	10 bar	6 detik

Tabel 2 (Fluktuasi outlet pressure)

P_{1Z1}	P_{1Z3}	P_{1Z4}	t
50 bar	7 bar	10 bar	4 detik
50 bar	13 bar	20 bar	4 detik
50 bar	20 bar	30 bar	4 detik
50 bar	26 bar	40 bar	4 detik
50 bar	32 bar	50 bar	4 detik

D. Kesimpulan

Dengan merubah tekanan pada sisi inlet dan outlet, waktu piston bergerak maju akan konstan. Jumlah aliran akan tidak cukup hanya bila tekanan supply terlalu rendah.

Efek tekanan akan lebih berpengaruh pada tekanan balik yang lebih tinggi. Kecepatan piston memanjang akan turun ketika tekanan balik mencapai kira-kira 70 bar. Tekanan yang dicapai pada sisi piston rod akan 48 bar.

Latihan ini juga cocok untuk latihan trouble shooting, jika non return valve dipasang tidak benar, piston rod tidak akan memendek/retract. Penyebab hal ini bias diidentifikasi dengan mengobservasi skematik dari pembacaan pressure gauge.

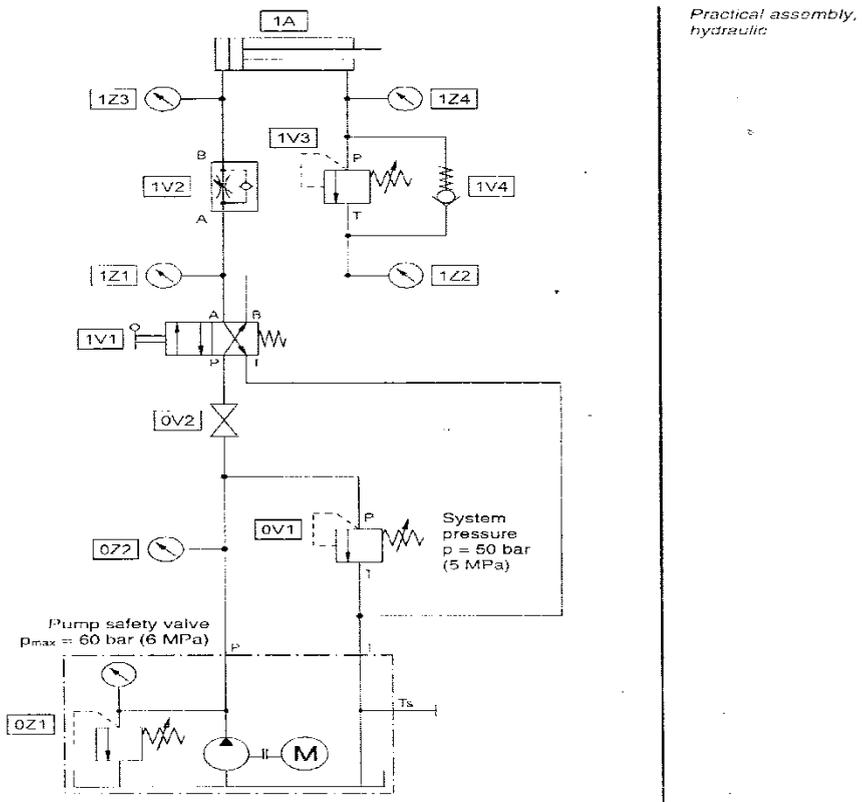
10. Latihan Praktek 4

Tujuan : Peserta training mampu mengaplikasikan penggunaan one way flow control valve serta perbedaan antara flow control valve dan throttle valve.

A. Daftar Komponen

Kode	Jumlah	Penjelasan
0Z1	1	Hydraulic power pack
0Z2, 1Z1, 1Z2, 1Z3, 1Z4	5	Pressure gauge
0V1, 1V3	2	Pressure relief valve
0V2	1	Shut-off valve

1V1	1	4/2-way valve, manually operated
1V2	1	One way flow control valve
1V4	2	Non return valve
1A	1	Double acting silinder/Aktuator
	1	Stopwatch



B. Tata cara pelaksanaan praktek:

1. Rangkailah sirkuit hidrolis seperti pada gambar 7 dan periksa sampai benar.
2. Pertama-tama tutup shut-off valve 0V2 dan atur tekanan sistem dengan menggunakan pressure relief valve 0V1.
3. Sekarang buka PRV 1V3 dan shut-off valve 0V2.
4. Sekarang aturlah one way flow control valve 1V2 dengan acuan bahwa piston rod akan mencapai posisi forward end

dengan waktu kira-kira 5 detik setelah 4/2 way valve 1V1 dikembalikan.

5. Jangan merubah one way flow control valve setting dahulu. Tekanan sebesar 10 bar yang terlihat pada table 1 yang ditunjukkan oleh pressure gauge 1Z4 hanya bias diatur selama advance stroke dengan menggunakan PRV 0V1.
6. Tekanan P_{1Z1} harus diatur dengan menggunakan PRV 0V1 sesaat setelah 4/2 way valve dikembalikan dan piston rod telah mencapai posisi forward end
 - P_{1Z1} = Tekanan pada upstream dari one way flow control valve
 - P_{1Z3} = Tekanan pada down stream dari one way flow control valve
 - P_{1Z4} = Tekanan pada counter holding valve
 - t = Waktu bagi silinder untuk melakukan advance stroke.

Tabel 1 (Fluktuasi inlet pressure)

P_{1Z1}	P_{1Z3}	P_{1Z4}	t
50 bar	9 bar	10 bar	4 detik
40 bar	9 bar	10 bar	5 detik
30 bar	9 bar	10 bar	7.5 detik
20 bar	9.5 bar	10 bar	12.5 detik
10 bar	9.5 bar	10 bar	57 detik

Tabel 2 (Fluktuasi outlet pressure)

P_{1Z1}	P_{1Z3}	P_{1Z4}	t
50 bar	9 bar	10 bar	4 detik
50 bar	15 bar	20 bar	4 detik
50 bar	22 bar	30 bar	4 detik
50 bar	28 bar	40 bar	4 detik
50 bar	35 bar	50 bar	4 detik

C. Kesimpulan

Pada sebuah sirkuit dengan menggunakan throttle valve, kecepatan jalan turun pada kedua sisi walaupun inlet pressure turun dan counter pressure bertambah.

Pada sebuah sirkuit dengan menggunakan flow control valve (latihan 6), kecepatan jalan cenderung konstan.

Alasan :

- Throttle valve hanya bereaksi pada bagian yang berseberangan dari saluran yang dialiri aliran. Jumlah aliran yang dihasilkan tergantung pada perbedaan tekanan pada sisi un stream dan down stream dari hambatan. Jumlah aliran yang melewati throttle valve juga tergantung pada tekanan/pressure, yaitu supply pressure dan load pressure. Flow control valve tidak berfungsi/incorporates sebagai pressure compensator yang menjaga perbedaan internal pressure pada nilai yang konstan. Jumlah aliran tidak tergantung pada supply dan load pressure.

2.12. DAFTAR PUSTAKA

Basic Hydraulic System, Student Hand Book, Training Centre PT Trakindo Utama, Cileungsi, 2006

Multimedia Information Management, PT Trakindo Utama, Jakarta

Hidrolika&Pneumatika, Pedoman Bagi Teknisi dan Insinyur, Andrew Parr, Erlangga, Bandung, 2003

Hydraulic Workbook Basic Level, Festo Didactic GmBh&Co, Denkendorf, 1998

BAB 3 PRESSURE CONTROL VALVE

Parameter Deskripsi	Capaian Pembelajaran (Learning Outcome)
Sikap	Mahasiswa menerapkan teori <i>7 Habits Of Highly Effective People</i> dalam mengikuti perkuliahan
Keterampilan Umum	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan jenis pressure control valve
Keteampilan Khusus	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan fungsi, ISO symbol dari Pressure Relief Valve, Pressure Sequence Valve, Pressure Reducing Valve, Pressure Differential Valve
Pengetahuan	Mahasiswa mengerti dan bisa membaca <i>schematic hydraulic</i> pada unit alat berat

3.1 Jenis Pressure Control Valve

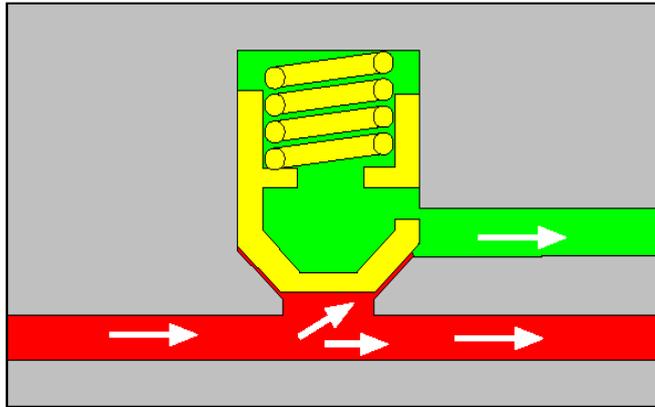
Pada dasarnya pressure control valve/ katup pengatur tekanan dibagi menjadi 4 jenis, yaitu :

- Pressure Relief Valve (PRV)
- Pressure Sequence Valve (PSV)
- Pressure Reducing Valve (PRV)
- Pressure Differential Valve (PDV)

Berikut penjelasan dari masing-masing katup tersebut:

PRESSURE RELIEF VALVE

Pressure control valve digunakan untuk mengontrol *pressure* di dalam sebuah *circuit* atau *system*. Fungsi *valve* akan tetap sama meskipun *design*-nya dirubah. Contoh dari *pressure control valve* termasuk di dalamnya adalah: *relief valve, sequence valve, pressure reducing valve, pressure differential valve, dan unloading valve*.



Gambar. 3.1 Simple *Pressure Relief valve* pada *Cracking Pressure*

3.2 RELIEF VALVE

Hydraulic system di *design* untuk bisa beroperasi pada tingkat *pressure* tertentu. Melebihi level yang sudah ditentukan dapat merusak *system* komponen disamping juga sangat berbahaya bagi *personnel*. *Relief valve* menjaga *pressure* pada batasan yang sudah ditentukan dengan membuka dan mengalirkan kelebihan *oil* ke *circuit* yang lain atau dialirkan kembali ke tangki.

3.2.1 Simple Relief Valve

Gambar di atas memperlihatkan *simple relief valve* pada ‘*cracking pressure*’ position. *Simple relief valve* (juga disebut *direct acting relief valve*) akan tetap dalam kondisi tertutup karena adanya kekuatan *spring*. *Spring tension* di-set pada ‘*relief pressure*’ setting. Akan tetapi bukan berarti *valve* akan membuka pertama sekali pada *relief pressure* setting.

Apabila kondisinya berkembang, yang menyebabkan hambatan terhadap *oil* untuk mengalir, maka kelebihan *oil flow* akan menyebabkan *pressure* naik. Kenaikkan *pressure* ini akan dirasakan oleh *relief valve*. Pada saat gaya dari *pressure* bisa

mengatasi *relief valve spring*, *valve* tersebut akan melawan *spring* dan mulai membuka. **Pressure yang diperlukan untuk memulai membuka *valve* disebut dengan “*cracking pressure*”**. *Valve* akan membuka secukupnya saja untuk membiarkan *oil* mengalir melalui *valve*.

3.2.2 Relief Pressure Setting

Seiring dengan naiknya hambatan pada *oil* untuk mengalir, naik pula volume dari *oil* karena terlalu banyak. Hal ini akan menaikkan pula *circuit pressure*. Dengan naiknya *pressure* yang ada dalam *circuit*, akan mengatasi *tension spring* dan *relief valve* akan membuka lebih jauh lagi. Proses ini akan terjadi berulang-ulang sampai *full pump flow* dialirkan melalui *relief valve*. Inilah yang disebut dengan ‘*relief pressure setting*’.

Simple relief valve biasa digunakan pada *circuit* yang mempunyai volume *full pump flow*-nya rendah, atau digunakan pada *circuit* yang memerlukan respon yang cepat. Ini membuat *simple relief valve* ideal dipakai untuk membebaskan *pressure* yang tiba-tiba atau berfungsi sebagai *safety valve*.

3.2.3 Pilot Operated Relief Valve

A-5072

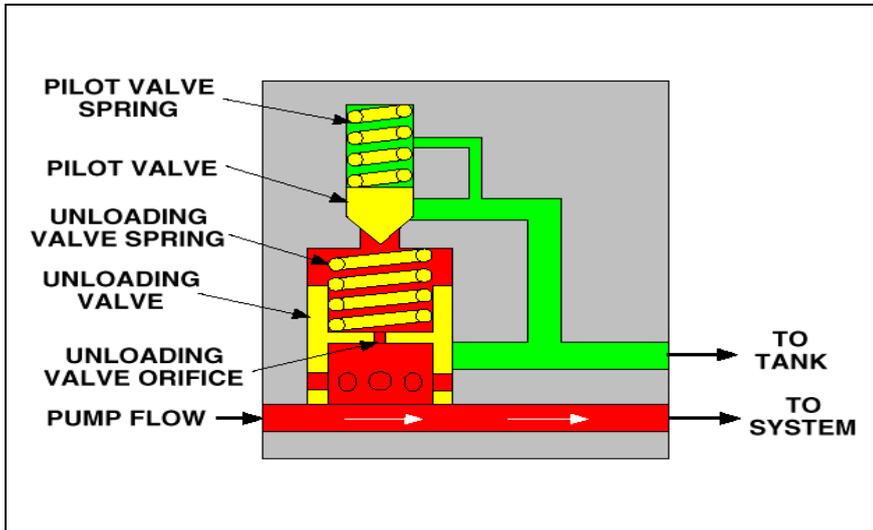
Pilot operated Relief valve bisa mengatasi *pressure* yang tinggi pada system dengan tekanan *spring* yang relatif lebih kecil. *Pilot operated Relief valve* terdiri dari : *unloading valve*, *unloading valve spring*, *pilot valve* dan *pilot valve spring*.

➤ *Pilot operated Relief valve, CLOSE Position*

A-5072

Pilot operated relief valve sering dipakai pada system yang memerlukan volume *oil* yang banyak dan perbedaan yang kecil antara *cracking pressure* dan *full flow pressure*. Pada *pilot operated relief valve*, *pilot valve* (*simple relief valve*) dipakai untuk mengontrol *unloading valve* (*main valve*).

Pilot valve mempunyai ukuran yang lebih kecil dan tidak bisa mengatasi volume *oil flow* yang besar. Oleh sebab itu menjadi lebih presisi. Perbedaan antara *pilot valve cracking pressure* dan maksimum *pressure* dijaga pada tingkat yang minimum. *Spring* pada *pilot valve* berukuran lebih kecil dan memungkinkan pengontrolan *pressure*.

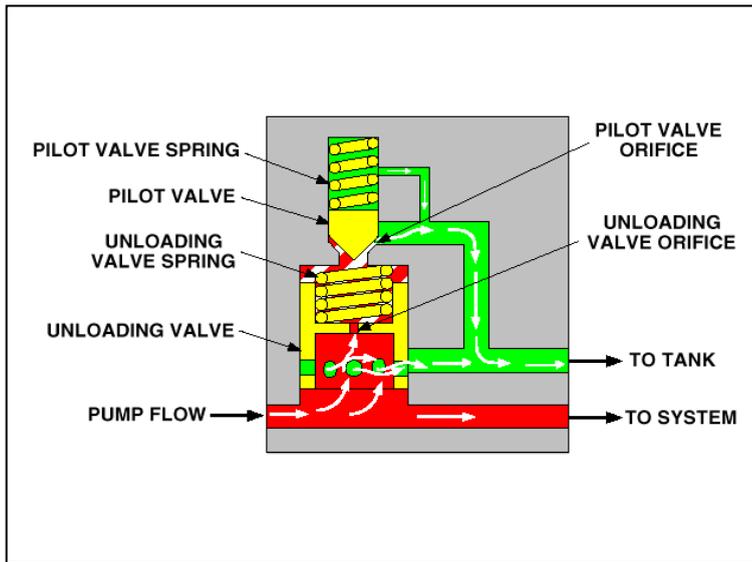


Gambar. 3.2 *Pilot Operated Relief Valve, CLOSE Position*

Unloading valve mempunyai ukuran yang cukup besar untuk mengatasi sebagian besar *oil flow* pada maksimum *relief pressure* yang sudah ditentukan. *Unloading valve* menggunakan *oil pressure* untuk menjaga *valve*-nya tetap tertutup. Oleh sebab itu kita tidak perlu menggunakan *unloading valve spring* yang begitu kuat dan keras. Hal ini memungkinkan *unloading valve* mempunyai *opening pressure* yang lebih presisi.

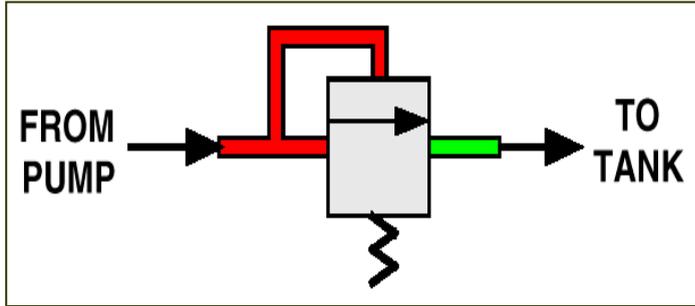
Oil mengalir menuju *relief valve housing* melalui *unloading valve orifice*, dan mengisi ruangan pada *unloading valve spring*. *Oil* yang berada pada ruangan *unloading valve* beraksi pada area *pilot valve*. Ini memungkinkan *pilot valve* dengan *spring* yang kecil mengontrol *pressure* yang besar. Pada saat *oil pressure* dalam *system* meningkat, *oil* dengan *pressure* yang sama juga berada pada ruangan *unloading valve spring*. Oleh sebab itu *oil pressure* yang berada pada kedua sisi *unloading valve* akan sama. Gaya gabungan antara *oil pressure* dengan *unloading valve spring* akan menjadi lebih besar dari *oil pressure* yang berada pada bagian bawah dari *unloading valve*. Dengan demikian gaya gabungan antara *spring* dengan *oil pressure* pada bagian atas *unloading valve* akan membuat *valve* menutup.

➤ *Pilot operated Relief valve, Open Position*



Gb. 3.3 *Pilot Operated Relief Valve, OPEN Position*

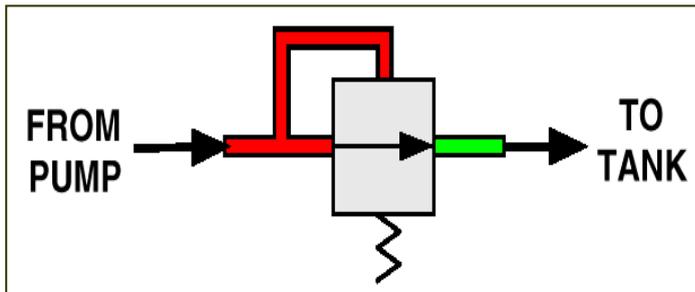
Pada saat *system oil pressure* mencapai *relief valve spring setting* (gb. 2.29), maka *pilot valve* membuka. Dengan membukanya *pilot valve*, *oil* yang berada pada ruangan *unloading valve spring* akan di-*drain* ke tangki. Bukan dari *pilot valve* lebih besar dari *orifice* yang ada pada *unloading valve*. Dengan demikian *oil* yang keluar ke tangki lewat *pilot valve* akan lebih cepat dibanding yang masuk dari *orifice unloading valve*. Hal ini membuat *oil pressure* pada *unloading valve spring* drop dan memungkinkan *oil pressure* yang besar di bagian bawah *unloading valve* berusaha mendorong *valve* ke atas. Oli yang berlebihan di *drain* ke tangki melalui *throttling hole* yang ada pada *unloading valve*. Lubang "*throttling hole*" memungkinkan *unloading valve* membuang *oil* sesuai keperluan untuk menjaga *relief pressure* yang diperlukan.



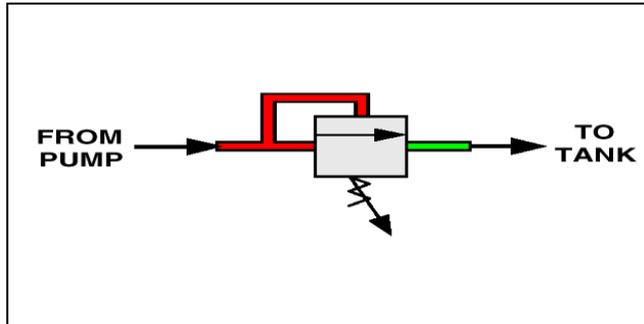
Gambar. 3.4 *Relief valve ISO Symbol, CLOSED*

Gambar di atas memperlihatkan *Relief valve ISO symbol*, memperlihatkan satu kotak dengan *valve* tunggal pada posisi menutup/*CLOSED*. *System pressure* dirasakan melalui *pilot line* pada bagian atas kotak dan mendorong *valve* (tanda panah) terhadap *spring*. Pada kondisi normal operasi, *pump flow* di-*blocked* oleh *valve* (*normally closed*).

Gambar 3.5 *Relief valve ISO Symbol, OPEN*



Relief valve symbol terlihat pada gambar 2.31, memperlihatkan satu kotak dengan *valve* tunggal pada posisi *OPEN*. Saat gaya dari *system pressure* mengatasi gaya *spring*, *symbol* panah akan bergerak ke bawah (*valve* membuka) dan menghubungkan saluran oli dari pompa ke tangki. Oli kemudian mengalir menuju ke tangki.

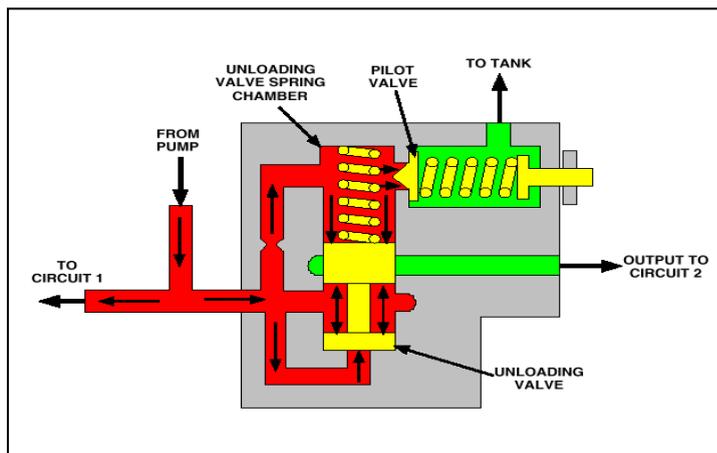


Gambar. 3.6 *Variable Relief Valve ISO Symbol*

Gambar 2.32 menunjukkan *symbol* dari ISO *schematic* untuk *variable relief valve*. *Variable relief valve* merupakan *single envelope valve* dengan tanda panah pada *spring*. Tanda panah tersebut menunjukkan bahwa *spring tension*-nya bisa di-*adjust*.

3.3 Katup Urutan / Sequence Valve

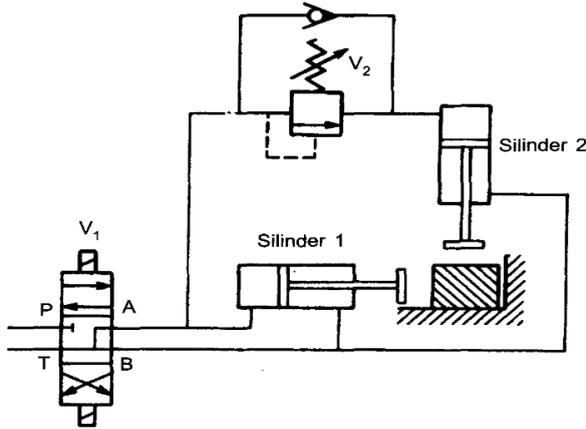
Sequence valve, *basic*-nya adalah *series pilot relief valve* dengan *circuit* tambahan. *Sequence valve* dipakai saat dua *circuit* disuplai oleh satu pompa dan ada *circuit* yang diprioritaskan.



Gambar. 3.7 *Sequence Valve, CLOSE Position*

Katup urutan (*sequence valve*) adalah kerabat dekat katup buang tekanan. Katup ini digunakan ketika suatu set operasi harus

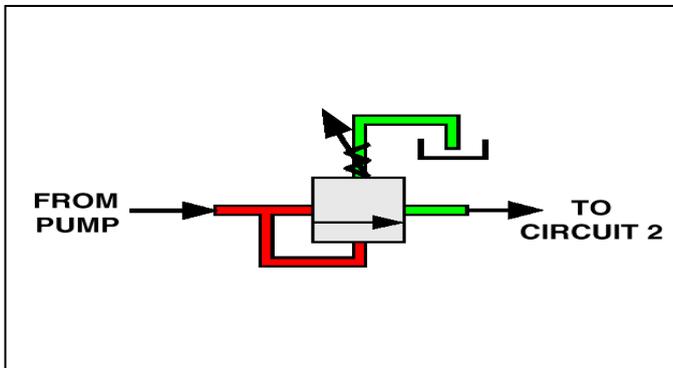
dikontrol dalam urutan yang berhubungan dengan tekanan. Gambar 3.7 menunjukkan sebuah contoh tipikalnya, di mana sebuah benda kerja didorong ke suatu posisi oleh silinder 1 dan dijepit oleh silinder 2.



Gambar 3.8 Katup urutan

Katup urutan V_2 dihubungkan dengan jaringan pengembangan silinder 1. Bila silinder ini menggerakkan benda kerja, maka tekanan jaringan rendah, tetapi tekanan jaringan ini akan meningkat begitu benda kerja menumbuk perhentian akhir. Katup urutan membuka, begitu tekanan inletnya naik di atas level yang telah ditetapkan sebelumnya.

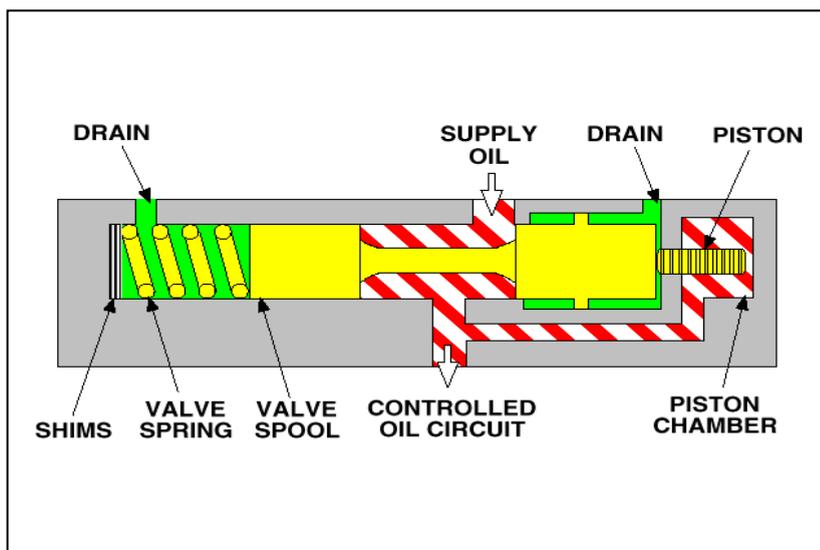
Silinder 2 kemudian beroperasi untuk menjepit benda kerja. Sebuah katup balik pada V_2 memungkinkan kedua silinder menyempit bersama.



Gambar. 3.9 Sequence Valve ISO Symbol

Cara kerja *sequence valve* sama dengan *relief valve*. Pada *relief valve* ruangan *spring spring* biasanya dihubungkan dengan *drain*. Pada *sequence valve*, *outlet passage* terhubung dengan *circuit* ke dua. Karena *circuit* ke-dua selalu bertekanan selama *sequence valve* membuka, ruangan *pilot valve spring* harus dihubungkan dengan *drain/tangki*.

3.4 PRESSURE REDUCING VALVE



Gambar. 3.10 *Pressure Reducing Valve, Normally Open*
Pressure reducing valve menghasilkan *system pressure* yang berlainan yang di-supply oleh pompa yang sama. Maksimum *pressure* yang ada di *system* dijaga oleh sebuah *relief valve*. *Pressure reducing valve* sendiri mengontrol *oil pressure* yang ada pada *controlled oil circuit* (lihat gambar). *Pressure reducing valve* adalah *Normally Open Valve*.

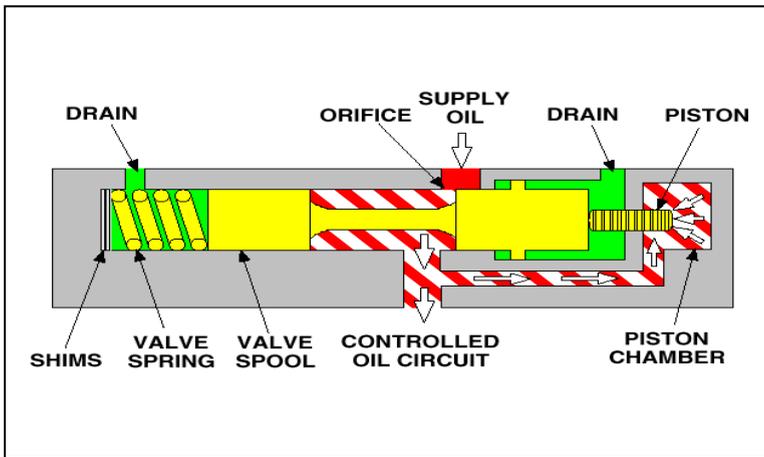
3.4.1 Sistem Operasi *Pump Start-up*

Gambar 3.10 memperlihatkan *Pressure Reducing Valve* pada posisi *Normally Open*. Pada kondisi *pump start-up*, kekuatan *spring* akan menahan *valve spool* dan piston ke kanan.

Supply oil mengalir lewat *pressure reducing valve spool* menuju ke *controlled oil circuit* (sisi *downstream* dari *valve*). *Supply oil* yang menuju ke *controlled oil circuit* juga mengalir melalui *passage* ke *piston chamber* di sisi sebelah kanan dari *valve spool*. Semua perubahan *pressure* yang ada pada *controlled oil circuit* akan dirasakan juga di *piston chamber*. Pada kondisi *pump start-up*, *supply oil* dan *controlled oil* mempunyai *pressure* yang sama.

Normal Operating Condition

Gambar berikut menunjukkan *pressure reducing valve* pada kondisi operasi normal.



Gambar. 3.11 Pressure Reducing Valve, Normal Operation

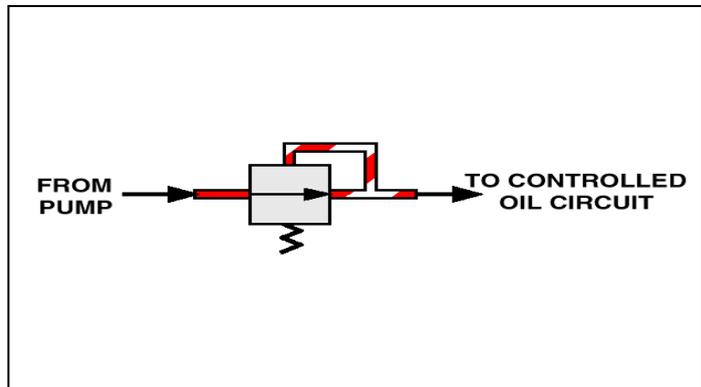
Pada saat *oil pressure* di *controlled oil pressure* meningkat, maka *oil pressure* di *piston chamber* juga naik. Kenaikkan *pressure* pada *piston chamber* akan membuat piston bergerak ke kiri menekan *valve* dan *spring force*. Pada saat *valve spool* bergerak ke kiri, maka *valve spool* akan menghambat *supply oil* yang lewat *valve* dan akan menurunkan *controlled oil pressure*.

Pergerakan dari *valve spool* menghasilkan *variable orifice* antara *supply oil* dan *controlled oil circuit*. *Variable orifice* memungkinkan *oil flow* banyak dan sedikit sesuai dengan yang diperlukan guna mengontrol *pressure* pada *controlled oil circuit*.

Oil dalam *spring chamber* harus di *drain* ke *tank*. Peningkatan *pressure* dalam *spring chamber* akan meningkatkan pula *setting* dari *valve*.

Pressure Reducing Valve ISO Symbol

Gambar 3.12 menunjukkan ISO *symbol* dari *pressure reducing valve*. ISO *symbol* menggunakan *single envelope* untuk mewakili posisi dasar dari *pressure reducing valve*.

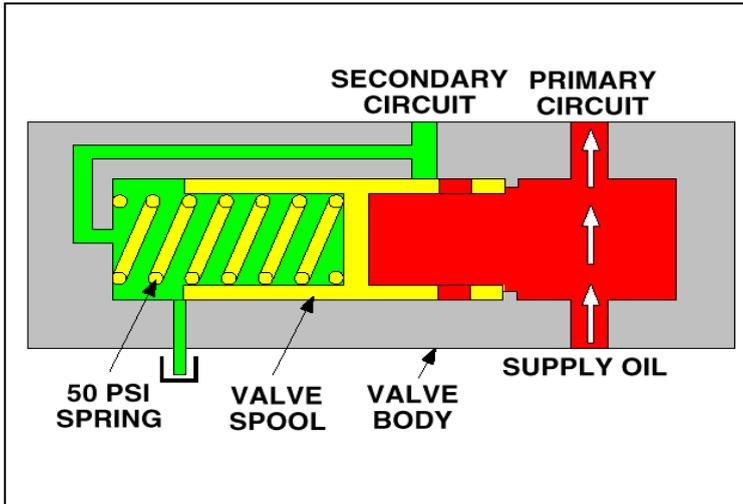


Gambar. 3.12 *Pressure Reducing Valve ISO Symbol*

Pump oil flow mengalir melalui *NORMALLY OPEN valve* melalui *controled oil circuit*. *Controlled oil circuit pressure* dirasakan lewat *pilot line* dan menggerakkan *valve* (panah) terhadap *spring*.

Pada saat *controlled pressure* bisa mengatasi *spring force*, *valve* (panah) akan bergerak ke bawah dan menghambat *oil flow* mengalir menuju ke *controlled oil circuit*. *Upstream pressure* bisa jadi terus meningkat. Akan tetapi *downstream pressure* tidak akan naik melebihi *pressure reducing valve setting*. Pada saat *pressure controlled oil circuit* turun, *spring force* akan menggerakkan panah ke atas ke posisi membuka. *Valve* akan selalu mengatur *oil flow* untuk menjaga *controlled oil circuit*.

3.5 PRESSURE DIFFERENTIAL VALVE



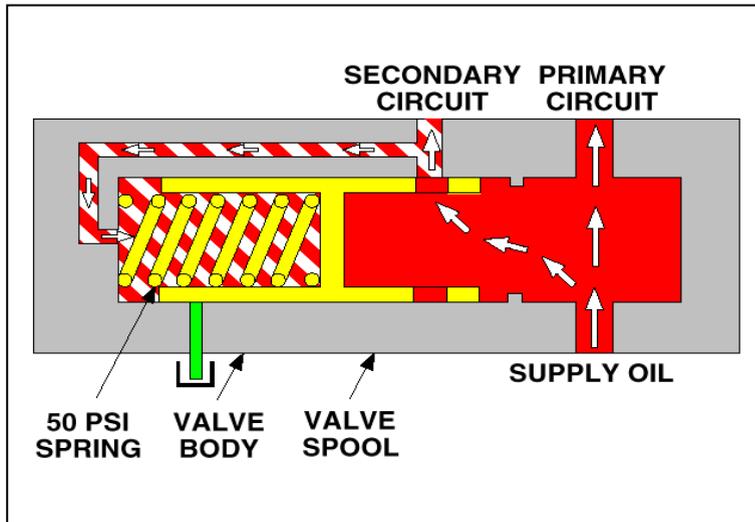
Gambar 3.13 *Pressure Differential Valve*

Pada gambar 3.13 dan 3.14, *spring* menggunakan gaya 50 Psi. *Supply oil pressure* harus melebihi 50 psi untuk mengatasi *spring force* dan menggerakkan *valve spool*.

- **Sistem Operasi**

Pump Start-up

Pressure differential valve berfungsi menjaga perbedaan *pressure* yang tetap antara dua *circuit*. Pada saat *pump start-up* dan bilamana *pressure* di *primary circuit* kurang dari 50 psi, *spring force* akan menjaga *valve spool* ke kanan. *Oil flow* yang ke *secondary circuit* akan di-*blocked*. Perubahan *pressure* pada *primary circuit* akan dirasakan oleh *valve spool*.



Gambar 3.14 *Pressure Differential Valve, Normal Operating*

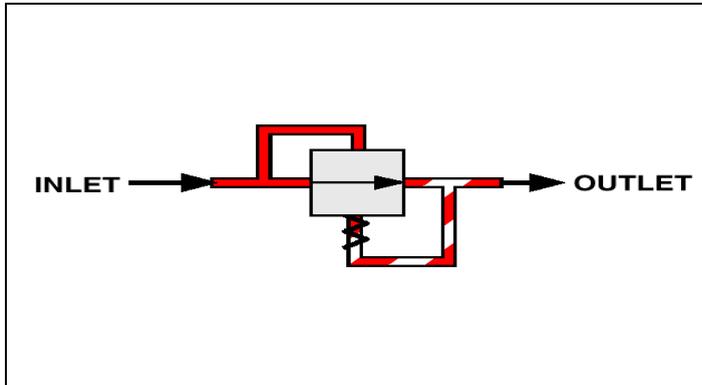
Normal Operating Condition

Pada saat *primary circuit* sudah terisi, maka *pressure* mulai naik. Saat *primary circuit pressure* naik lebih dari 50 psi, *primary pressure* bisa mengatasi *differential spring force* sebesar 50 psi sehingga bisa menggerakkan *differential valve* ke kiri. *Supply oil* kemudian mengalir ke *secondary circuit*. *Supply oil* juga mengalir melalui *passage* ke *differential valve spring chamber*.

Saat *secondary circuit* sudah terisi, maka *pressure* mulai naik. *Pressure* ini juga akan dirasakan di dalam *differential valve spring chamber*. Kombinasi antara *pressure oil* dan *spring force* akan berusaha menggerakkan *spool* ke kanan dan berusaha untuk menutup aliran oli ke *secondary circuit*. Akan tetapi kenaikan *pressure* pada *primary circuit* berusaha memuat *valve* tetap terbuka. *Pressure* akan naik di kedua sisi *primary* dan *secondary circuit* sampai *relief valve open* dan membuang oli ke tangki.

Pressure differential valve akan menentukan posisi yang menjaga perbedaan *pressure* sebesar 50 psi antara *primary* dan *secondary circuit* pada *pressure* di atas 50 psi.

- **Pressure Differential Valve ISO Symbol**



Gambar 3.15 Simbol ISO untuk *Pressure Differential Valve*

Pressure differential valve ISO symbol (Gb. 3.15) adalah kombinasi antara *symbol pressure relief valve* dengan *pressure reducing valve*. *Pressure* dari *inlet* dirasakan oleh *valve* dan melawan *spring force* sebagaimana terjadi pada *pressure relief valve*. *Outlet pressure* dirasakan oleh *valve* dan bekerja bersama *spring force*. Perbedaan *inlet* dan *outlet pressure* selalu sama dengan gaya *spring* pada *valve spool* tanpa memperdulikan perbedaan *pressure* pada *inlet port*. Sebagai contoh, gaya sebesar 50 psi akan menghasilkan *pressure differential* antara *inlet* dan *outlet pressure* sebesar 50 psi juga. *Spring* bisa diubah-ubah sesuai kebutuhan untuk mendapatkan *pressure differential*.

3.6 RANGKUMAN

Pressure/tekanan pada suatu system hidrolik harus dikendalikan agar umur komponen awet, gerakan silinder yang halus/tidak menyentak, menghindari kebosanan/kelelahan bagi operator dan kerja alat yang efisien, selain itu pressure control valve juga untuk menjaga agar system hidrolik tetap aman.

3.7 SOAL-SOAL LATIHAN

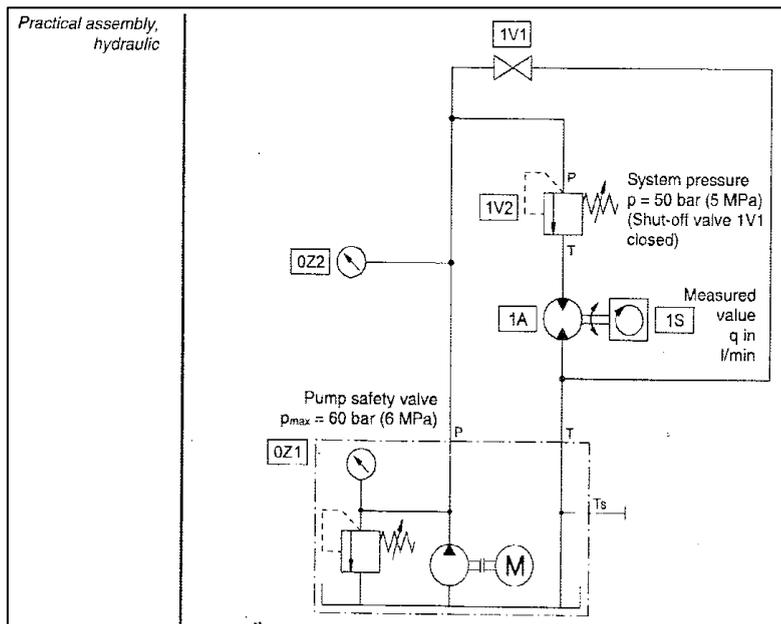
1. Sebutkan fungsi dari Pressure Relief Valve dan gambarkan ISO Simbolnya!

2. Sebutkan fungsi dari Pressure Sequence Valve dan gambarkan ISO Simbolnya!
3. Sebutkan fungsi dari Pressure Reducing Valve dan gambarkan ISO Simbolnya!
4. Sebutkan fungsi dari Pressure Differential Valve dan gambarkan ISO Simbolnya!
5. Latihan Praktek 1

Tujuan : Peserta training mampu menggambarkan karakteristik kerja dari Pressure Relief Valve dan merangkai komponen sederhana sebagai aplikasi dari Pressure Relief Valve.

A. Daftar Komponen

Kode	Jumlah	Penjelasan
0Z1	1	Hydraulic power pack
0Z2	1	Pressure gauge
1V1	1	Shut-off valve / Keran
1V2	1	Pressure relief valve
1S	1	Flow sensor



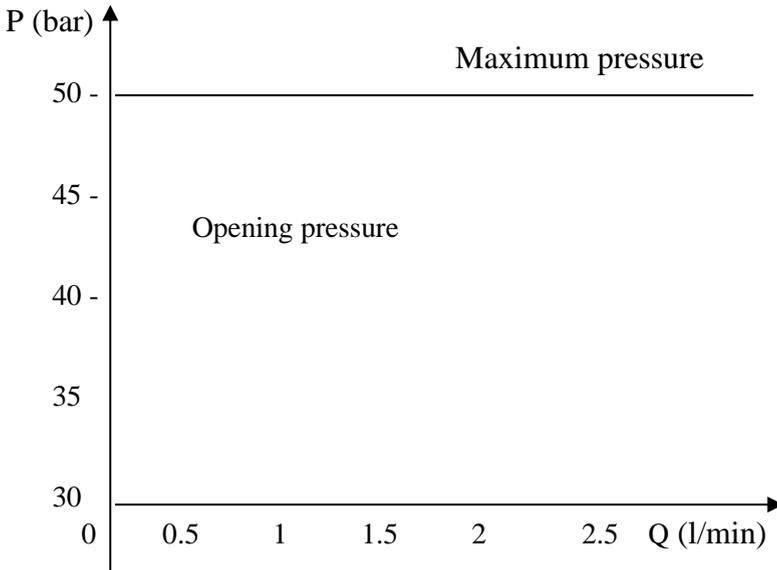
B. Tata cara pelaksanaan praktek:

1. Rangkailah sirkuit hidrolis seperti pada gambar 2 dan periksa sampai benar.
2. Katup 1V1 harus tertutup dan pressure relief valve (PRV) 1V2 harus terbuka penuh.
3. Hidupkan hidrolis power pack dan tutup pressure relief valve 1V2 sampai pressure gauge 0Z2 menunjukkan 50 bar.
4. Buka penuh shut-off valve 1V1 dan tutup lagi sesuai dengan nilai tekanan (P) pada table, perhatikan flow rate (Q) yang terjadi. Pada saat yang sama perhatikan tekanan dimana pressure relief valve mulai membuka.
5. Jika pada tekanan 50 bar flow rate 2,3 l/min tidak tercapai, hal ini mengindikasikan pressure relief valve yang terdapat pada pompa telah terbuka duluan.

C. Evaluasi

Working Pressure (P)	35	40	42.5	45	47.5	50	bar
Flow rate (Q)							l/min

D. Grafik Karakteristik Pressure Relief Valve



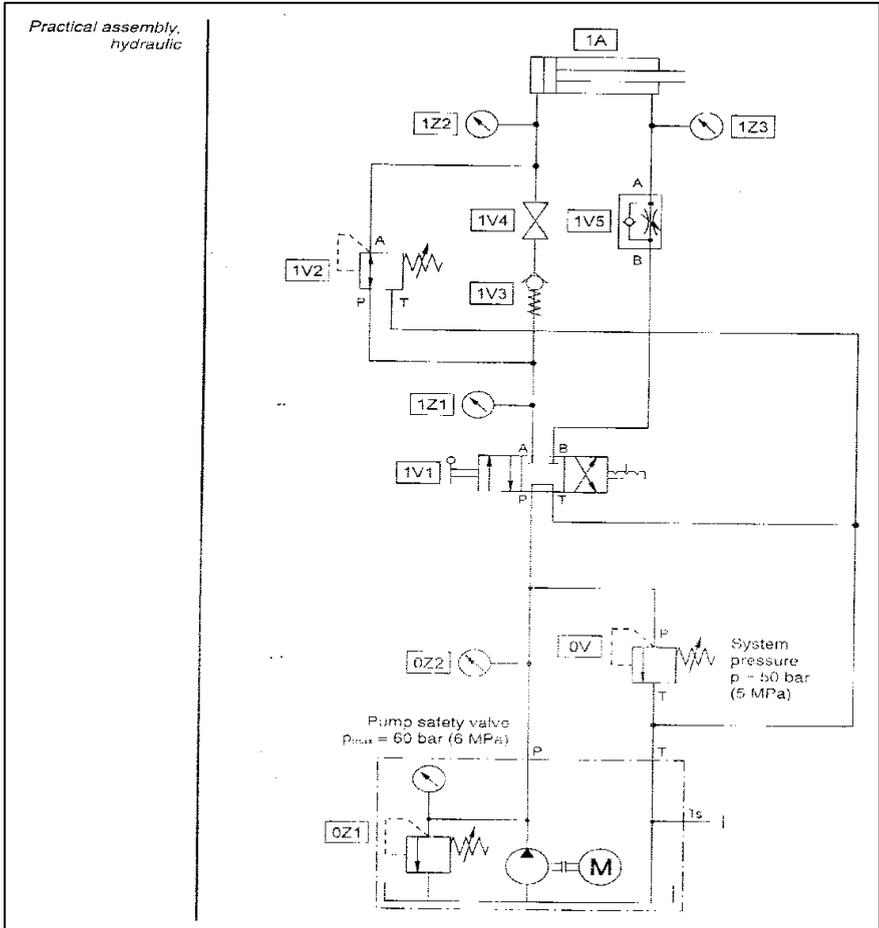
Setiap pressure relief valve memiliki tekanan pembukaan yang pasti tergantung besarnya flow yang mulai melewati valve tersebut. Perbedaan antara opening pressure dan maksimum pressure pada kasus ini adalah 5 bar. Ketika maksimum pressure yang diatur tercapai, flow pompa yang mengalir akan dialirkan ketangki melalui pressure relief valve.

6. Latihan Praktek 2

Tujuan : Peserta training mampu mengaplikasikan penggunaan Pressure Reducing Valve / Katup Penurun Tekanan

A. Daftar Komponen

Kode	Jumlah	Penjelasan
0Z1	1	Hydraulic power pack
0Z2, 1Z1, 1Z2, 1Z3	4	Pressure gauge
0V	1	Pressure relief valve
1V1	1	4/3-way valve, manually operated
1V2	1	Pressure regulator / Reducing valve
1V3	1	Non return valve
1V4	1	Shut-off valve
1V5	1	One way flow control valve
1A	1	Double acting silinder/Aktuator



B. Tata cara pelaksanaan praktek:

1. Rangkailah sirkuit hidrolik seperti pada gambar 8 dan periksa sampai benar.
2. Kemudian aturlah travel pressure pada inlet pressure diatur hingga 15 bar (ditunjukkan oleh P_{1Z2}) dengan mengatur reducing valve 1V2 hanya pada saat piston telah mencapai forward end position atau kondisi tertahan..
3. Kemudian (saat piston berada pada forward end position), latihan ini juga menunjukkan bahwa pressure regulator menjaga tekanan sebesar 15 bar walaupun tanpa adanya aliran.

4. Valve 1V3 dan 1V4 merupakan aliran bypass dari pressure regulator untuk menjadikan langkah kembali yang lebih cepat tercapai.
5. Jika langkah memanjang dihambat oleh sebuah hambatan seperti pada Task 3, tekanan aliran sebesar 12-15 bar dicapai, *despite* system pressure 15 bar.
6. Dengan menutup throttle valve 1V5, memungkinkan untuk menambah tekanan balik sampai pressure gauge P_{1Z2} menunjukkan 15 bar, piston akan berhenti i.e pressure regulator akan menutup.
7. Pada task 5, didemonstrasikan bahwa penambahan tekanan balik selama langkah kembali menyebabkan katup ketangki terbuka, menghasilkan tekanan yang diatur yaitu sebesar 15 bar. Piston bias didorong ke retract position, pada posisi piston seperti ini seperti task 6, tekanan sebesar 15 bar yang telah ada tetap terjaga.
8. Bila terdapat internal leakage pada valve, pressure akan turun dibawah 15 bar, menyebabkan port pressure regulator terswitch dari A-T menjadi P-A. Saat tidak ada aliran dari pompa yang mencapai hubungan ke pressure regulator melalui 4/3 valve maka tekanan/pressure turun menjadi 0 bar.
9. Pada prakteknya, pressure relief valve dengan bypass digunakan dalam satu rangkaian dengan one way flow control valve 1V5, hal ini untuk menghindari tekanan yang tinggi pada sisi up stream dari one way flow control valve mengacu pada intensifikasi tekanan selama langkah maju dari piston.
10. One way flow control valve telah digunakan pada kasus ini untuk memperingkas susunan sirkuit. Tekanan yang berlebih tidak akan timbul pada kasus ini karena system dioperasikan dengan mengurangi tekanan
 - P_{1Z1} = Tekanan pada upstream dari one way flow control valve
 - P_{1Z3} = Tekanan pada down stream dari one way flow control valve
 - P_{1Z4} = Tekanan pada counter holding valve
 - t = Waktu bagi silinder untuk melakukan advance stroke.

Tabel 1 (Fluktuasi inlet pressure)

P_{1Z1}	P_{1Z3}	P_{1Z4}	t
50 bar	9 bar	10 bar	4 detik
40 bar	9 bar	10 bar	5 detik
30 bar	9 bar	10 bar	7.5 detik
20 bar	9.5 bar	10 bar	12.5 detik
10 bar	9.5 bar	10 bar	57 detik

Tabel 2 (Fluktuasi outlet pressure)

P_{1Z1}	P_{1Z3}	P_{1Z4}	t
50 bar	9 bar	10 bar	4 detik
50 bar	15 bar	20 bar	4 detik
50 bar	22 bar	30 bar	4 detik
50 bar	28 bar	40 bar	4 detik
50 bar	35 bar	50 bar	4 detik

D. Kesimpulan

Pada sebuah sirkuit dengan menggunakan throttle valve, kecepatan jalan turun pada kedua sisi walaupun inlet pressure turun dan counter pressure bertambah.

Pada sebuah sirkuit dengan menggunakan flow control valve, kecepatan jalan cenderung konstan.

Alasan :

- Throttle valve hanya bereaksi pada bagian yang berseberangan dari saluran yang dialiri aliran. Jumlah aliran yang dihasilkan tergantung pada perbedaan tekanan pada sisi un stream dan down stream dari hambatan. Jumlah aliran yang melewati throttle valve juga tergantung pada tekanan/pressure, yaitu supply pressure dan load pressure. Flow control valve tidak berfungsi/incorporates sebagai pressure compensator yang menjaga perbedaan internal pressure pada nilai yang konstan. Jumlah aliran tidak tergantung pada supply dan load pressure.

3.8 DAFTAR PUSTAKA

Basic Hydraulic System, Student Hand Book, Training Centre PT Trakindo Utama, Cileungsi, 2006

Multimedia Information Management, PT Trakindo Utama,
Jakarta
Hidrolika&Pneumatika, Pedoman Bagi Teknisi dan Insinyur,
Andrew Parr, Erlangga, Bandung, 2003
Hydraulic Workbook Basic Level, Festo Didactic
GmbH&Co, Denkendorf, 1998

BAB 4 AKSESORIS HIDROLIK

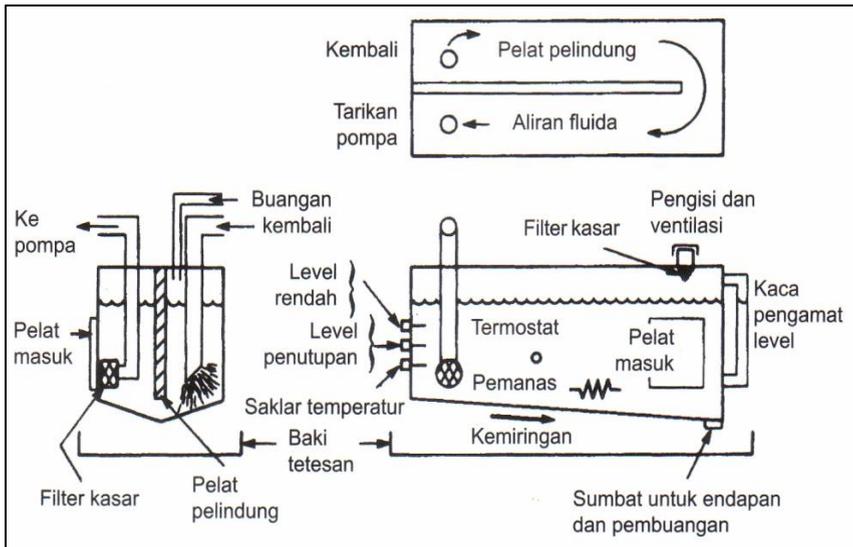
Parameter Deskripsi	Capaian Pembelajaran (Learning Outcome)
Sikap	Mahasiswa menerapkan teori <i>7 Habits Of Highly Effective People</i> dalam mengikuti perkuliahan
Keterampilan Umum	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan berbagai aksesoris hidrolik
Keteampilan Khusus	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan fungsi, ISO symbol dari vented tank, pressurized tank, dan akumulator
Pengetahuan	Mahasiswa mengerti dan bisa membaca <i>schematic hydraulic</i> pada unit alat berat

4.1 RESERVOIR HIDROLIK (*HYDRAULIC TANK*)

Sebuah sistem hidrolik adalah sistem yang tertutup, di mana minyak yang digunakan disimpan dalam sebuah tangki atau reservoir ke mana minyak itu dikembalikan setelah digunakan. Walaupun mungkin merupakan bagian yang paling biasa dan sistem, desain dan perawatan reservoir sangatlah penting untuk operasi yang dapat diandalkan. Gambar 4.1 menunjukkan detail sebuah reservoir yang tipikal.

Fungsi utama dari *hydraulic oil tank* adalah untuk menyimpan oli. Akan tetapi *oil tank* juga mempunyai beberapa fungsi lain. *Oil tank* harus bisa menyerap panas dan memisahkan udara dari oli. *Oil tank* harus cukup kuat, punya kapasitas yang cukup dan bisa memisahkan kotoran-kotoran. *Hydraulic oil tank* biasanya tertutup, tetapi tidak selalu. Volume fluida dalam tangki bervariasi menurut temperatur dan keadaan aktuator dalam sistem. Volume fluida minimum pada temperatur rendah dengan semua silinder mengembang, dan maksimum pada temperatur tinggi dengan semua silinder menyempit. Biasanya volume tangki diatur lebih besar dan empat kali tarikan pompa per menit atau dua kali volume sistem eksternal. Suatu ruang yang besar

harus disediakan di atas permukaan fluida demi memungkinkan ekspansi dan mencegah tumpahnya busa apapun pada permukaan.



Gambar 4.1 Konstruksi reservoir hidrolik

Tangki juga berfungsi sebagai penukar panas, yang memungkinkan panas fluida dipindahkan. Untuk mencapai pendinginan maksimum, maka fluida dipaksa mengikuti dinding-dinding tangki, dan jaringan balik ke inlet pengisapan pompa, dengan sebuah pelat pelindung turun ke jaringan pusat tangki. Pelat ini juga mendorong kontaminan apapun untuk jatuh ke dasar tangki sebelum mencapai inlet pompa, dan memungkinkan udara yang terjebak untuk menghilang ke permukaan. Jaringan balik utama harus masuk dari atas tangki untuk menghindari kebutuhan akan suatu katup balik dan berakhir di bawah level tangki minimum untuk mencegah udara ditarik ke dalam minyak. Aliran balik harus muncul ke dalam tangki lewat diffuser dengan kecepatan rendah sekitar 0,3 m/s untuk mencegah gangguan endapan manapun di dasar tangki. Aliran harus diarahkan ke dinding tangki untuk membantu pendinginan.

Jika, seperti yang biasanya terjadi, komponen-komponen eksternal di luar tangki berada di bawah level minyak dalam tangki, maka jaringan balik harus dilengkapi dengan sumbat anti

siphon yang dapat dipindahkan. Sumbat ini harus dipindahkan untuk memungkinkan udara masuk ke dalam jaringan balik sebelum komponen eksternal yang manapun dilepas. Tanpa tindakan pencegahan ini sebuah aliran balik siphon dapat terjadi dan sangat sulit dihentikan. Bila Anda belum pernah menjumpainya sebelum ini, maka aliran minyak yang tiba-tiba dan jelas tak dapat dihentikan dan pipa balik pada saat dilepas dapat sangat mengejutkan.

Balikan tekanan rendah (seperti buangan dari motor atau katup) harus dikembalikan di atas ketinggian fluida untuk mencegah tekanan balik dan pembentukan kemacetan hidrolis. Level (ketinggian) fluida adalah isu yang kritis. Jika level terlalu rendah, maka pusaran air terbentuk di atas inlet pompa, yang menyebabkan udara ditarik ke dalam pompa. Udara ini menyebabkan operasi yang salah, dan dapat menyebabkan kemsakan pada pompa.

Sebuah kaca pengamat level sangat penting untuk memungkinkan kita melakukan pengawasan perawatan. Satu-satunya jalan bagi minyak untuk meninggalkan sistem hidrolis adalah, tentunya, lewat kebocoran, sehingga penyebab tiap rugi kotor fluida memerlukan penelitian. Dalam semua bar sistem yang paling kecil dan paling sederhana, saklar apung dua elektrik biasanya dimasukkan untuk memberikan suatu peringatan jarak jauh (level rendah) dan sebuah sinyal parit (ditch) akhir (level sangat rendah) yang membawa ke penutupan pompa secara otomatis sebelum kerusakan dapat terjadi.

Temperatur fluida dalam tangki juga membutuhkan monitoring dan sebagai sebuah minimum absolut, termometer visual yang sederhana harus dimasukkan. Jangkauan temperatur ideal adalah sekitar 45 sampai 50°C dan, biasanya, persoalannya adalah menjaga agar temperatur tetap pada level ini. Secara ideal, sebuah saklar lewat-temperatur elektrik digunakan untuk memberi peringatan pada pemakai bila temperatur minyak terlampaui tinggi.

Bila sistem digunakan secara intermiten, atau dimulai dan dingin, maka temperatur minyak dapat menjadi terlalu rendah, dan menyebabkan operasi yang seret dan keausan yang prematur. Sebuah termostat dan pemanas elektrik yang rendah dapat

dimasukkan untuk menjaga minyak pada temperatur optimum bila sistem tak digunakan.

Reservoir didesain untuk berlaku sebagai titik pengoleksi semua partikel kotoran dan kontaminasi dalam sistem dan biasanya dibangun dengan penampang berbentuk V_3 yang membentuk sebuah sumur. Sedikit kemiringan diberikan demi menjamin kontaminasi terkumpul di ujung bawah, di mana sumbat buang berada. Seringkali sumbat buang magnetik digunakan untuk menjebak partikel-partikel logam.

Reservoir harus dikuras secara periodik untuk pembersihan, dan sebuah pelat jalan masuk orang yang dapat dipindahkan disertakan untuk tujuan ini. Bagian ini bukan bagian yang paling menarik dan pekerjaan ini.

Minyak ditambahkan lewat sebuah kap pengisi di bagian atas tangki. Kap ini bekerja ganda yaitu sebagai ventilasi yang memungkinkan udara berpindah ke dalam maupun ke luar dari tangki bila volume fluida berubah. Filter kasar di bawah ventilator mencegah kontaminasi memasuki tangki bila fluida ditambahkan.

Dalam perawatan rutin, filter udara tangki biasanya dilupakan. Minyak dalam sebuah tangki tipikal berubah banyak selama operasi bila temperatur berubah dan aktuator beroperasi. Perubahan dalam volume ini langsung direfleksikan dalam perubahan udara, baik ke dalam maupun ke luar tangki. Satu-satunya rute untuk aliran udara ini adalah lewat filter. Bila ini terhambat, maka tangki akan mengalami tekanan yang berlebihan dan menyebabkan kerusakan yang dapat membawa bencana.

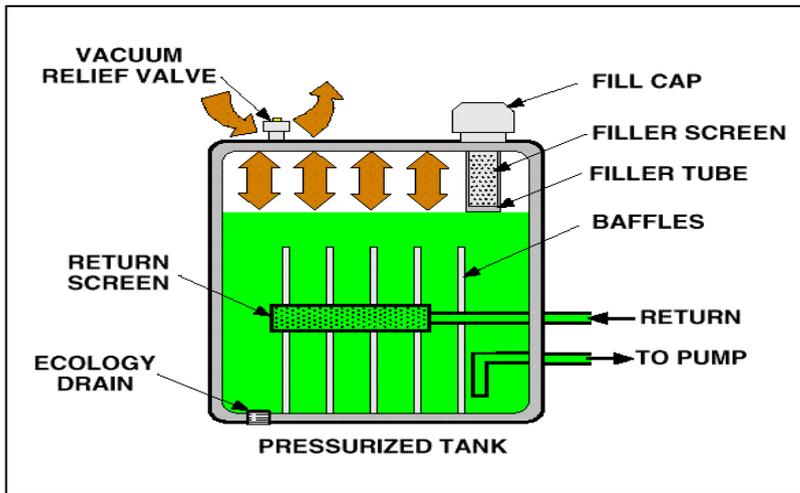
Reservoir biasanya dikonstruksi dan pelat baja yang dilas dengan dinding sisi tipis untuk mendorong terjadinya rugu panas. Bagian dalam tangki ditiup tembak (shot blasted) kemudian ditangani dengan cat protektif untuk mencegah pembentukan partikel karat.

Dalam masa hidup sistem hidrolis itu, pada akhirnya akan terjadi juga peluapan minyak ke sekeliling tangki, baik dan kebocoran, pengisian yang berlebihan, atau perawatan yang tidak hati-hati. Karena itu, adalah praktik yang baik untuk meletakkan baki besar penampung tetesan di bawah pompa reservoir dan katup yang berhubungan untuk membatasi penyebaran minyak bila kecelakaan yang tak terelakkan terjadi.

4.2 JENIS *HYDRAULIC TANK*

Dua macam *hydraulic tank* adalah *Pressurized* dan *Vented (Non-Pressurized)*.

4.2.1 *Pressurized Tank*



Gambar 4.2 *Pressurized Tank*

Pressurized tank itu tertutup sama sekali. *Atmospheric pressure* (tekanan udara luar) tidak akan mempengaruhi *pressure* yang ada di dalam tangki. Sebagaimana oli mengalir melalui sebuah *system*, oli akan menyerap panas dan mengembang. Oli yang mengembang ini akan menekan udara yang ada di dalam tangki. Udara yang tertekan ini akan mendorong oli keluar dari tangki dan menuju ke sistem.

Vaccum relief valve mempunyai dua fungsi. Mencegah ke-*vaccum*-an dan juga untuk membatasi maksimum *pressure* di dalam tangki. *Vaccum relief valve* akan mencegah ke-*vaccum*-an dengan cara membuka dan membiarkan udara masuk ke dalam tangki bilamana *tank pressure drop* sampai 3,45 kPa (.5 psi).

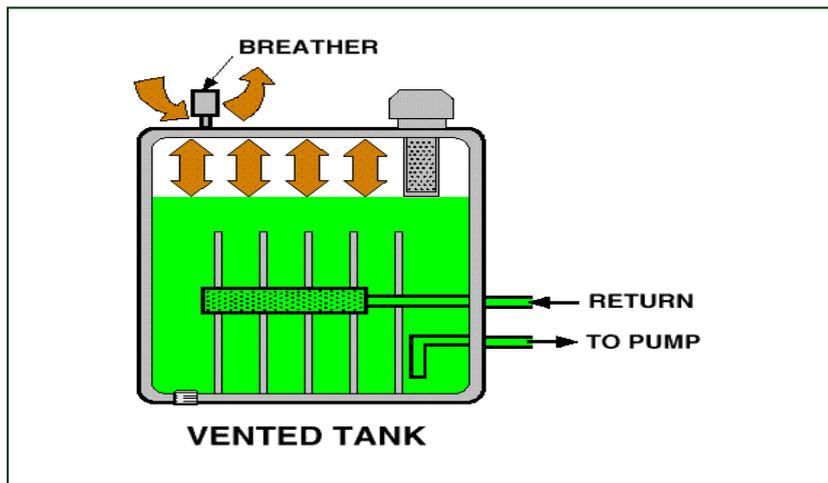
Pada saat *pressure* di dalam tangki mencapai *vaccum relief valve pressure setting*, maka *valve* akan membuka dan mengeluarkan udara yang terjebak ke luar (atmosphere). *Vaccum*

relief valve pressure setting bisa bervariasi antara 70 kPa (10 psi) sampai 207 kPa (30 psi).

Komponen tangki yang lain adalah :

- **Filler Screen**, mencegah kotoran yang besar masuk ke tangki pada saat tutup tangki dilepas.
- **Filler Tube**, memungkinkan tangki diisi pada level yang benar tetapi tidak *overfilled*.
- **Baffles**, mencegah *return oil* mengalir langsung ke bagian tangki *outlet*, memberikan kesempatan kepada *bubble* (gelembung-gelembung udara) yang ada di *return oil* untuk naik ke atas. Juga mencegah oli teraduk yang mana akan membantu menurunkan oli dari pembentuk buih.
- **Ecology Drain**, digunakan untuk mencegah oli tercecer pada saat membuang air dan endapan-endapan dari tangki.
- **Return Screen**, mencegah partikel yang lebih besar masuk ke tangki, tetapi tidak bisa menyaring partikel yang halus.

4.2.2 Vented Tank

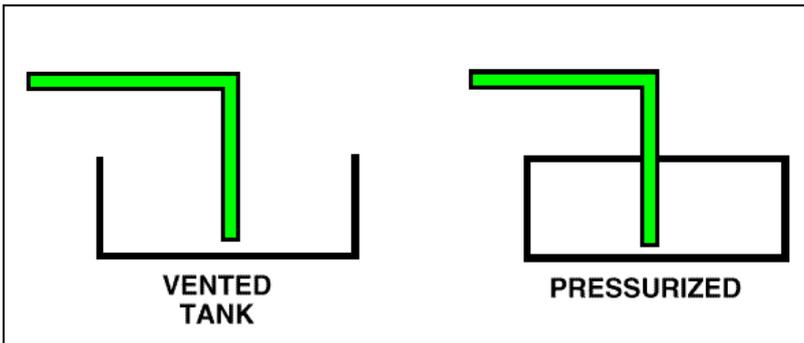


Gambar 4.3 Vented Tank

Gambar 4.3 menunjukkan *Vented tank* atau *Non-Pressurized tank*. Tangki ini berbeda dengan *pressurized tank*, dimana pada *vented tank* mempunyai *breather* (lubang pernapasan). *Breather* memungkinkan udara keluar masuk dengan bebas. *Atmospheric pressure* di atas oli menekan oli keluar dari tangki menuju ke sistem. *Breather* mempunyai *screen* yang mencegah kotoran masuk ke dalam tangki.

4.2.3 ISO SIMBOL

Gambar 4.4 memperlihatkan ISO simbol untuk *vented* dan *pressurized hydraulic tank*.



Gambar 4.4 ISO Symbols untuk Hydraulic Tank

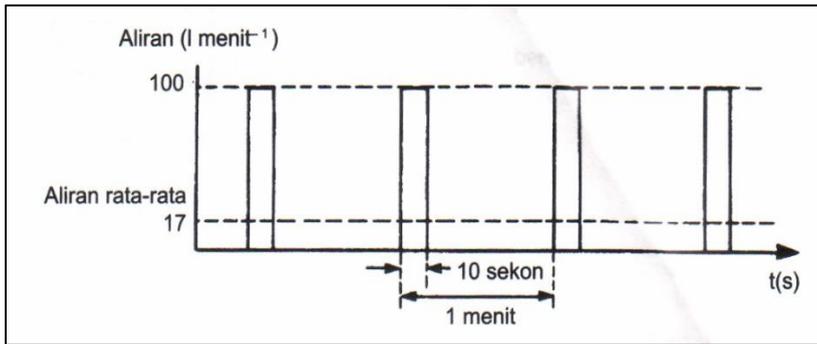
Vented hydraulic tank simbol hanya berbentuk kotak/segi empat dengan bagian atasnya terbuka. Sementara *pressurized tank* simbol digambarkan dengan kotak/segi empat yang tertutup.

Gambar tangki terlihat digambarkan dengan *hydraulic lines* untuk mempermudah pengertian).

4.3 Akumulator Hidrolik

Dalam sistem hidrolik yang sederhana, ukuran pompa (laju penghantaran, dan itu berarti pula daya motor) ditentukan oleh persyaratan maksimum aktuator. Dalam Gambar 4.5 sebuah sistem beroperasi secara intermiten pada tekanan antara 150 dan 200 bar, dan membutuhkan laju aliran 100 l menit⁻¹ untuk 10 sekon dengan laju pengulangan 1 menit. Dengan sistem yang sederhana ini (pompa, regulator tekanan, dan katup pembebanan) dibutuhkan pompa 200 bar, 100 l menit⁻¹ (digerakkan oleh motor

sekitar 50 hp) yang menghabiskan sekitar 85% waktunya untuk membongkar ke tangki.



Gambar 4.5 Sebuah sistem sederhana dengan kebutuhan yang tak seimbang. Untuk memasok ini tanpa sebuah akumulator, 100 l menit⁻¹ dibutuhkan walaupun aliran rata-rata adalah hanya 17 l/menit.

Dalam Gambar 4.6a sebuah peralatan penyimpanan yang dinamakan akumulator telah ditambahkan pada sistem. Akumulator ini dapat menyimpan, dan membuang sejumlah fluida pada tekanan sistem yang dibutuhkan. Dalam banyak hal, operasi alat ini menyerupai operasi kapasitor dalam sebuah pasokan daya elektronik.

Cara kerjanya ditunjukkan pada Gambar 4.6b. Pada saat A, sistem dinyalakan, dan pompa melakukan pemuatan sehingga tekanan naik bila fluida dihantarkan ke akumulator lewat katup tak balik V_3 . Pada saat B, tekanan kerja dicapai dan tekanan yang dialihkan di akumulator menyebabkan pompa melakukan pembongkaran. Keadaan ini dipertahankan selama katup balik V_3 mempertahankan tekanan sistem.

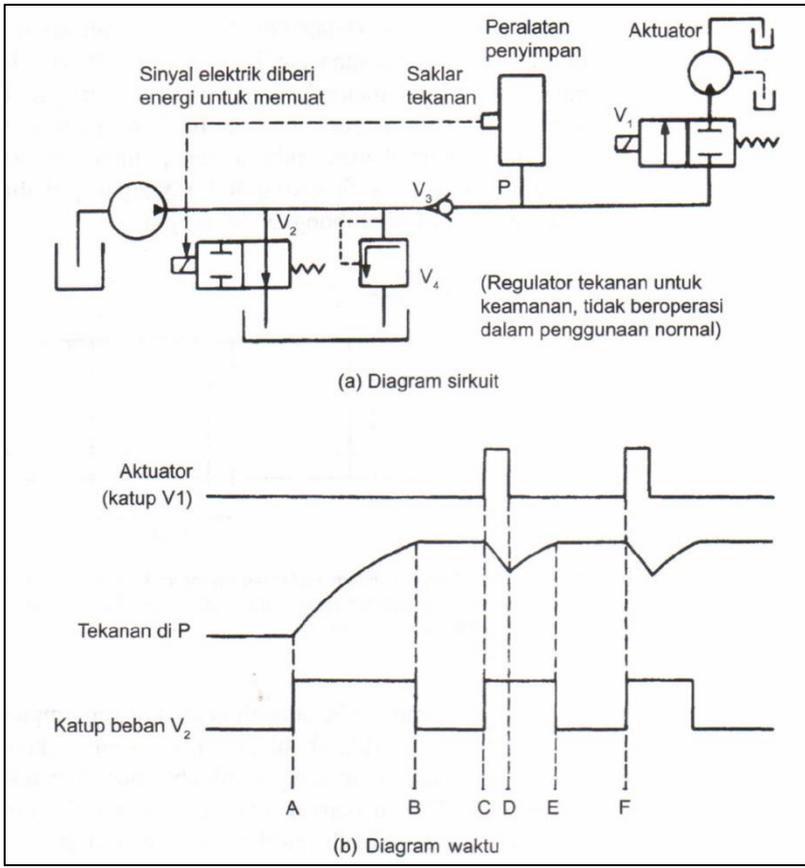
Aktuator beroperasi antara waktu C dan D. Aktuator menarik fluida dan akumulator, sehingga menyebabkan turunnya tekanan sistem. Saklar tekanan di akumulator membuat pipa melakukan pemuatan kembali tetapi ini berlangsung sampai saat E, sebelum akumulator dimuati dan siap untuk gerakan aktuator berikutnya pada saat F.

Akumulator mereduksi kebutuhan pompa. Sistem orisinilnya membutuhkan pompa 100 l menit⁻¹. Namun, dengan

menggunakan akumulator, pompa hanya perlu menyediakan 17 l menit⁻¹ (yaitu 100 l menit untuk 10 sekon tiap menit). Ukuran pompa, dan demikian pula ukuran motor, telah direduksi enam kali dengan penghematan biaya dan ruang yang nyata, ditambah keuntungan dalam peralatan pendukung seperti starter motor dan pengkabelan. Tidak terdapat keuntungan dalam energi yang dipakai; dengan sistem yang sederhana, motor 50 hp melakukan pemuatan untuk 17% dan waktu, dengan sebuah akumulator, motor 10 hp melakukan pemuatan untuk sekitar 90% dan waktu.

Kebanyakan akumulator beroperasi dengan menekan gas (walaupun akumulator yang lebih luas dan lebih kecil dapat bekerja dengan menekan sebuah pegas atau mengangkat sebuah beban dengan silinder). Bentuknya yang paling umum adalah akumulator penerima (bladder) yang diisi gas, yang ditunjukkan pada Gambar 4.7. Gas dipramuati sampai pada suatu tekanan dengan akumulator kosong dan fluida ketika seluruh akumulator diisi dengan gas. Sebuah katup popet di dasar akumulator mencegah penerima untuk mendorong ke luar ke dalam perpipaan.

Akumulator diukur dengan hukum Boyle dan pengetahuan tentang kebutuhan aktuator. Untuk contoh sistem pada Gambar 4.5, dengan mengasumsikan pramuatan sebesar 120 bar, tekanan akumulator yang dimuati adalah sebesar 180 bar dan penurunan terjadi sampai ke tekanan 160 bar selama pemindahan 17 liter fluida : ambillah V sebagai volume akumulator. Ini memberi kita tiga keadaan yang diilustrasikan pada Gambar 4.7, ketika hukum Boyle dapat diaplikasikan untuk mendapatkan volume akumulator yang dibutuhkan.



Gambar 4.6 Sistem dengan akumulator

Dari Gambar 4.7b dan c dengan menggunakan hukum Boyle :

$$160 v = 180 (v - 17)$$

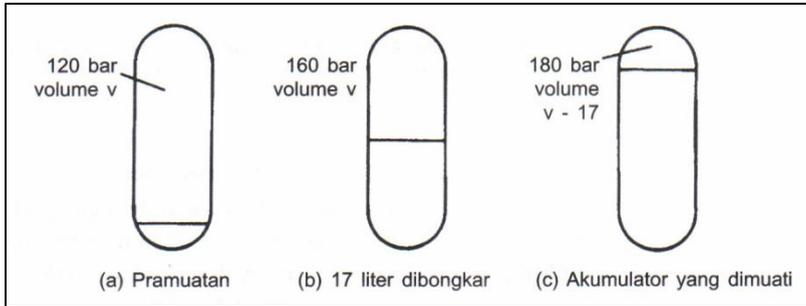
yang menjadi :

$$v = 153 \text{ liter}$$

Dari Gambar 6.5a :
atau :

$$120V = 160 \times 153$$

$$V = 204 \text{ liter}$$



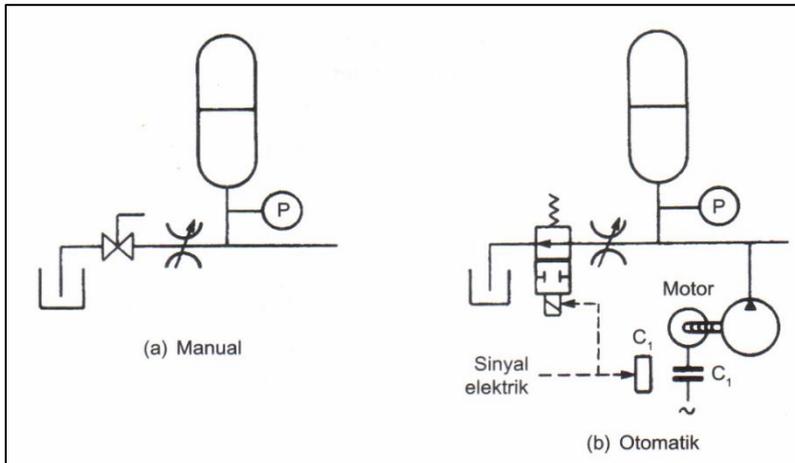
Gambar 4.7 Mengukur akumulator

Jadi, dibutuhkan akumulator sebesar sekitar 250 liter dengan muatan awal sebesar 120 bar dan saklar tekanan dipasang pada 180 bar.

Akumulator juga dapat difungsikan sebagai ‘pelindung (buffer)’ pada sistem, untuk menyerap kejutan dan menahan lonjakan tekanan. Akumulator bekerja dengan cara sama seperti sebuah kapasitor dalam sirkuit elektronika.

Bagaimanapun juga, sebuah akumulator membawa bahaya tambahan ke dalam sistem, karena mungkin ada tekanan-tekanan tinggi dalam sirkuit walaupun pompa telah berhenti. Jika suatu penggantian dibuka dalam keadaan ini, maka akumulator membongkar semua fluidanya pada tekanan kerja.

Itu sebabnya, perhatian yang luar biasa harus diberikan bila kita bekerja pada sirkuit berakumulator. Biasanya suatu katup hembusan ke bawah manual atau otomatis dimasukkan untuk memungkinkan tekanan akumulator dibuang. Gauge tekanan harus diamati selama hembusan ke bawah, dan tidak ada kerja yang dilakukan sampai didapat kepastian bahwa semua tekanan telah dibuang. Gambar 4.8 menunjukkan sirkuit hembusan ke bawah yang tipikal.



Gambar 4.8 Sirkuit hembusan ke bawah akumulator. Dalam tiap kasus aliran dan akumulator dibatasi untuk mencegah dekompresi eksplosif.

Begitu sebuah sistem telah dipanaskan, maka suatu pemeriksaan cepat tentang keadaan akumulator dapat dilakukan dengan telapak tangan. Harus selalu ada suatu beda temperatur yang jelas antara gas dan minyak hidrolis, dan pemisahan minyak/gas dapat dideteksi dan perubahan temperatur pada badan akumulator. Jika seluruh badan bertemperatur sama maka sesuatu yang sangat salah telah terjadi dengan penerima gas.

Akumulator adalah sebuah bejana yang bertekanan, dan dengan demikian membutuhkan sertifikasi jika mengandung lebih dan 250 bar liter. Akumulator juga membutuhkan inspeksi visual seorang ahli, yang dicatat tiap lima tahun, dan tes tekanan volumetrik penuh, yang dilakukan setiap sepuluh tahun.

4.4. RANGKUMAN

Tangki/reservoir hidrolis harus direncanakan dengan baik sehingga supply oli dari tangki menuju pompa lebih banyak sesuai kebutuhan alat. Vented tank dan pressurized tank memiliki spesifikasi yang telah disesuaikan dengan aplikasi pada berbagai jenis alat. Akumulator mutlak diperlukan pada berbagai jenis alat berat, dilihat dari fungsinya akumulator merupakan tempat menyimpan energi oil cadangan apabila engine sebagai main power shut down/mati.

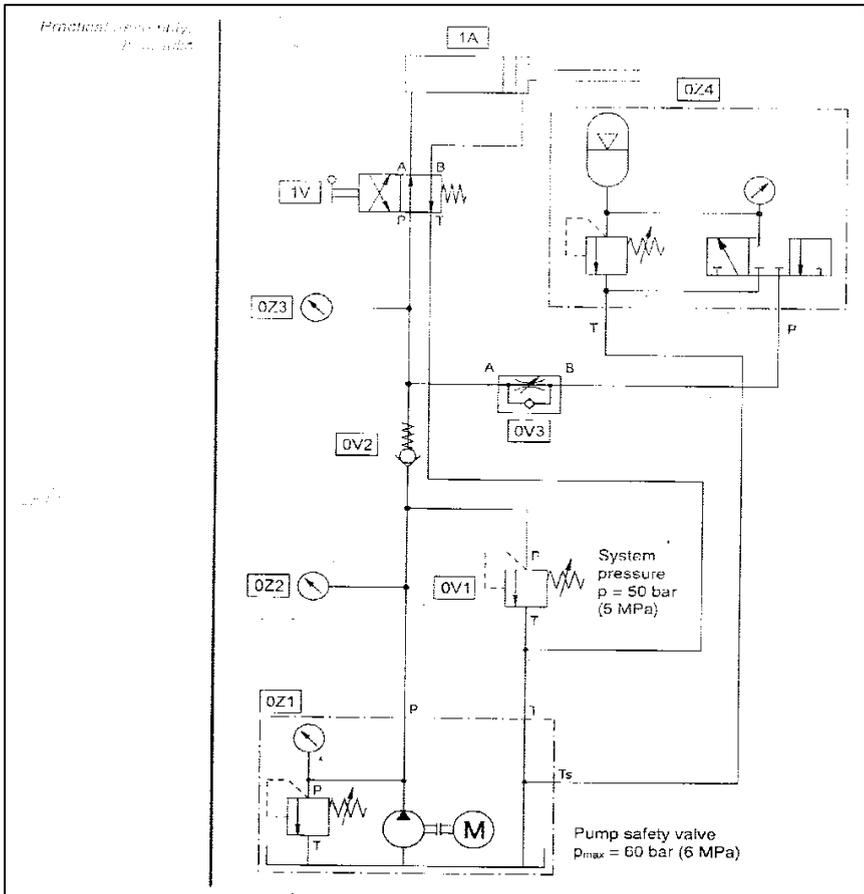
4.5 SOAL_SOAL LATIHAN

1. Sebutkan fungsi dari reservoir/tangki hidrolik.
2. Sebutkan bagian-bagian dari tangki hidrolik dan jelaskan fungsinya!
3. Sebutkan jenis-jenis dari tangki hidrolik, apa perbedaannya dan gambarkan ISO Simbolnya?
4. Jelaskan fungsi dari akumulator?
5. Sebutkan jenis-jenis dari akumulator!
6. Latihan Praktek

Tujuan : Peserta training mampu mengaplikasikan penggunaan Accumulator sebagai sumber tenaga penggerak silinder apabila pompa hidrolik off/ mati.

A. Daftar Komponen

Kode	Jumlah	Penjelasan
0Z1	1	Hydraulic power pack
0Z2, 0Z3	2	Pressure gauge
0V1	1	Pressure relief valve
0V2	1	Non return valve / check valve
0V3	1	One way flow return, adjustable
0Z4	1	Diapragm accumulator
1V	1	4/2-way valve, manually operated
1A	1	Double acting silinder/Aktuator



B. Tata cara pelaksanaan praktek:

1. Rangkailah sirkuit hidrolik seperti pada gambar 5 dan periksa sampai benar.
2. Pertama-tama accumulator dimatikan dan pressure relief valve 0V1 terbuka penuh.
3. Hidupkan hidrolic power pack dan tutup pressure relief valve 0V1 dengan perlahan sampai pressure gauge 0Z2 menunjukkan 50 bar.
4. Saat ini accumulator sedang dalam keadaan teisi, biarkan silinder bergerak maju dan mundur untuk beberapa lama dan matikan hidrolic power pack.
5. Dalam keadaan hidrolic power pack mati, aktifkan 4/2 valve 1A sehingga silinder bergerak maju dan mundur selama beberapa lama. Bersamaan dengan ini

tekanan/pressure di accumulator akan menurun secara perlahan, hal ini diindikasikan oleh pressure gauge 0Z3.

6. Perhatikan!!!!!!! Pastikan accumulator dalam keadaan mati dan tidak bertekanan sebelum dipasang pada sirkuit.

C. Evaluasi

Sistem Pressure	Opening	Closing
20 bar	2x	1x
50 bar	4x	3x

E. Conclusion

Tanpa pemasangan accumulator, silinder dalam keadaan memanjang karena system tenaga penggerak (pompa) sedang rusak, dan tidak mungkin digerakkan. Accumulator ini mampu membuka pintu 2x dan menutup 1x dengan tekanan 20 bar dan bias membuka 4x dan menutup 3x dengan tekanan system 50 bar. Semakin lama sirkuit digerakkan maka tekanan di accumulator akan semakin besar sehingga mampu menggerakkan pintu semakin banyak.

E. Desain

Pada diapragma accumulator, diapragmanya di lekatkan pada lubang yang ketangki yang berperan sebagai pembagi antara hidrolik fluid dan nitrogen. Katup gas dipasang pada bagian atas untuk membiarkan accumulator ditekan oleh gas melalui sebuah alat pengisi. Sebuah kepala yang dipasang pada diapragma atau shut-off valve ke saluran masuk gas untuk menghindari diapragma dari kebocoran pada saluran masuk gas saat gas diisi dan menjadi rusak. Accumulator yang digunakan disini memiliki tekanan gas 10 bar dengan volume $0,32\text{cm}^3$. Semua accumulator harus dipasang dengan lead sealed safety pressure relief valve dan shut-off valve sesuai kapasitasnya.

F. Cara pengoperasian

Ketika fluida hidrolik disupply ke accumulator, hal ini menyebabkan pengurangan volume gas. Pada saat yang sama, tekanan pada ruangan gas akan naik hingga menyamai tekanan fluida hidrolik. Ketika tekanan fluida menurun, gaya

gas akan kembali ke system hidrolik. Sebuah non-return valve / check valve harus dipasang pada sisi up-stream dari pompa untuk menghindari masuknya fluida yang diisikan melalui pompa saat hidrolik power pack dimatikan.

- G. Aplikasi penggunaan accumulator
- Energi cadangan saat emergency
 - Sebagai cadangan untuk mengatasi kerugian akibat kebocoran pada system.

4.6. DAFTAR PUSTAKA

Basic Hydraulic System, Student Hand Book, Training Centre PT Trakindo Utama, Cileungsi, 2006

Multimedia Information Management, PT Trakindo Utama, Jakarta

Hidrolika&Pneumatika, Pedoman Bagi Teknisi dan Insinyur, Andrew Parr, Erlangga, Bandung, 2003

Hydraulic Workbook Basic Level, Festo Didactic GmBh&Co, Denkendorf, 1998

BAB 5 FLUIDA HIDROLIK

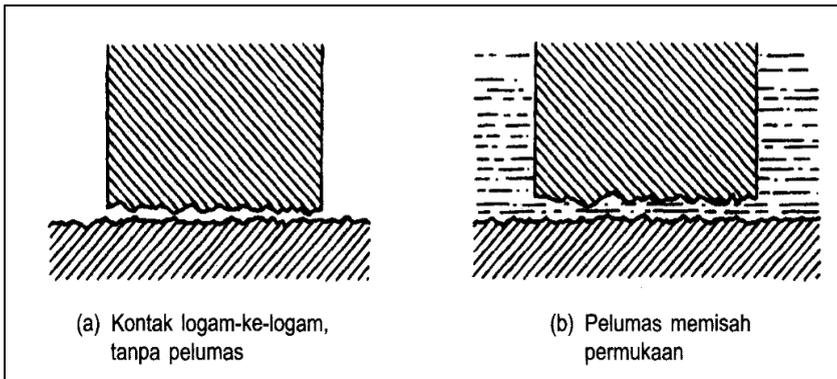
Parameter Deskripsi	Capaian Pembelajaran (Learning Outcome)
Sikap	Mahasiswa menerapkan teori <i>7 Habits Of Highly Effective People</i> dalam mengikuti perkuliahan
Keterampilan Umum	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan berbagai jenis fluida hidrolik dan fungsinya
Keteampilan Khusus	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan fungsi fluida hidrolik, viskositas dinamik, kinematik, fluida tahan api dan fluida sintetik
Pengetahuan	Mahasiswa mengerti dan bisa membaca <i>schematic hydraulic</i> pada unit alat berat

5.1 FLUIDA HIDROLIK

Fluida dalam sistem hidrolik digunakan untuk mengangkut energi dan menghasilkan gaya yang dibutuhkan pada aktuator. Sistem yang sangat lama menggunakan air (sebenarnya nama hidrolik diartikan sebagai air) tetapi air mempunyai banyak kekurangan, di antaranya: titik bekunya yang relatif tinggi yaitu sebesar 0°C , pemuaiannya bila membeku, sifat korosifnya (pembentukan karat) dan pelumasan yang rendah. Karena itu, dikembangkanlah fluida modem yang didesain secara spesifik untuk sirkuit hidrolik.

Fluida mengangkut daya dalam sirkuit hidrolik, tetapi fluida juga harus mempunyai sifat lain. Walaupun pengerjaan mesin halus, ketidakrataan tetap terjadi di permukaan, dan ditunjukkan dalam bentuk yang lebih-lebihkan pada Gambar 5.1a. Fluida dituntut untuk lewat antara kedua permukaan, menahan kedua permukaan tersebut agar tetap terpisah seperti pada gambar 5.1b, untuk mereduksi gesekan dan mencegah kontak logam ke logam yang menyebabkan keausan yang terlalu

dini. Oleh karena itu, sealing dan pelumasan merupakan dua sifat penting fluida hidrolis.



Gambar 5.1 Kebutuhan untuk pelumasan dari fluida hidrolis

Temperatur fluida hidrolis cenderung naik dengan kerja yang dilakukan, temperatur operasinya yang ideal adalah sekitar 50°C (Pemeriksaan cepat dapat dilakukan dengan menyentuh pipa sistem : tangan kita pasti dapat diletakkan dalam waktu lama pada logam 40°C ; kita juga dapat menyentuh logam 50°C tetapi sentuhan yang lama tentu menyakitkan; tetapi tidak dapat ditahan lebih dan satu sekon atau lebih pada logam yang sepanas 60°C . Jika Anda tidak dapat menyentuh logam, minyak merupakan sesuatu yang terlalu panas!). Fluida harus dapat mengangkut panas dan tempat fluida itu ditimbuilcan (katup, aktuator, rugi-rugi gesekan dalam pipa) dan tidak boleh dipengaruhi sendiri oleh perubahan temperatur.

Fluida dapat menyebabkan kerusakan komponen-komponen. Kasus ekstrimnya adalah air yang menyebabkan karat, tetapi reaksi yang kurang jelas juga terjadi. Fluida air glycol, misalnya, menyerang zinc, magnesium dan cadmium semuanya bahan yang cukup umum. Beberapa fluida sintetik berinteraksi dengan nitrile dan neoprene, dan cat khusus dibutuhkan di bagian dalam reservoir dengan beberapa fluida. Karena itu, harus dipilih fluida yang kompatibel dengan bagian lain sistem.

Fluida itu sendiri diserang oleh oksigen dalam udara. Oksidasi fluida (biasanya didasarkan pada karbon dan molekul

hidrogen) menyebabkan perubahan yang mengganggu karakteristik dan pembentukan lumpur atau perekat (gum) pada titik-titik dengan kecepatan rendah dalam sistem. Produk oksidasi yang dihasilkan adalah yang bersifat asam dalam alam, yang menyebabkan korosi. Fluida harus stabil secara kimia dan tidak mengalami oksidasi. Temperatur fluida sangat mempengaruhi laju oksidasi; karena oksidasi naik secara cepat dengan bertambahnya temperatur.

Fluida hidrolik yang paling umum adalah minyak berbasis petroleum (serupa dengan minyak mesin mobil) dengan aditif untuk memperbaiki pelumasan, mereduksi pembentukan busa, dan menghalangi karat. Dengan tambahan zat yang benar, fluida hidrolik itu akan memenuhi semua persyaratan dan tidak bereaksi secara merugikan dengan tiap bahan umum.

Kekurangan fluida hidrolik yang utama adalah sifatnya yang mudah terbakar (minyak petroleum sangat mudah menyala). Walaupun hanya ada sedikit sistem hidrolik (bila ada) yang beroperasi pada temperatur yang dapat menyalakan minyak, kebocoran yang besar dapat membawa tumpahan minyak menuju kontak dengan sebuah sumber penyalan. Jadi, kemungkinan kebocoran ini membutuhkan pertimbangan serius jika minyak petroleum yang digunakan.

Jika keamanan mensyaratkan penggunaan fluida tahan api, maka emulsi air dan minyak biasanya digunakan (fluida semacam itu juga menarik karena biayanya). Bentuk yang paling umum adalah emulsi air dalam minyak (kira-kira 40% air, 60% minyak). Emulsi minyak dalam-air kadang-kadang digunakan, tetapi sifat pelumasannya sangat rendah. Kedua tipe campuran mempunyai kecenderungan untuk membentuk karat dan berbusa, tetapi karakteristik-karakteristik ini dapat diatasi dengan aditif yang cocok. Kedua tipe ini juga membutuhkan pemeriksaan yang teratur demi menjamin terjaganya rasio minyak/air yang benar.

Fluida tak mudah terbakar lainnya adalah campuran air/glycol. Fluida ini terdiri dari air dan glycol dengan perbandingan yang kira-kira sama (serupa dengan antibeku (antifreeze) pada mobil) dengan berbagai aditif untuk memperbaiki viskositas (lihat bawah), untuk mencegah pembentukan busa dan mencegah karat, yang terhadapnya fluida berbasis air mudah terpengaruh. Fluida berbasis glycol

berinteraksi dengan banyak bahan umum, sehingga komponen-komponen sistem harus dipilih dengan cermat.

Fluida dengan kandungan air tinggi (HWCF = high water content fluid) menggunakan air sebesar 95% dengan zat tambahan (aditif) sebesar 5%, yang membuat mereka sama sekali tak mudah terbakar. Fluida-fluida ini sering dinamakan emulsi mikro 95/5. Penggunaannya membutuhkan beberapa perhatian karena mereka mempunyai viskositas yang sangat rendah, yang nyaris tidak berbeda dengan air. Hal ini membuat aplikasi yang menggunakan fluida-fluida ini rawan terhadap kebocoran di sambungan dan seal. Tidak seperti fluida normal, kebocoran eksternal bisa jadi sukar dilihat karena pada temperatur operasi normal 40 - 50°C fluida menguap hilang tanpa meninggalkan jejak apapun.

Katup spul mempunyai kebocoran bawaan dan ini dapat menjadi problem dengan fluida berviskositas rendah seperti FIWCF. Itulah sebabnya mengapa katup kartrij sering digunakan dengan FIWCF.

Kandungan air yang tinggi menuntut adanya tindakan pencegahan melawan karat. Tiap komponen 95/5 yang dipindahkan dan aplikasinya harus diproteksi melawan pemaparan terhadap udara. Beberapa pabrik tidak mau memberikan jaminan bila fluida 95/5 telah digunakan.

Fluida sintetis yang didasarkan pada zat kimia seperti phosphate ester juga tak mudah terbakar dan dapat digunakan pada temperatur yang sangat tinggi. Fluida sintetis ini cenderung mempunyai densitas yang tinggi, yang membatasi ketinggian yang diperbolehkan antara tangki dan inlet pompa tanpa terjadi kavitasi, dan tidak beroperasi dengan baik pada temperatur rendah. Sistem dengan fluida sintetis biasanya membutuhkan pemanas di dalam tangki untuk memprapaskan fluida sampai mencapai temperatur operasi. Fluida sintetis adalah bentuk minyak hidrolik yang paling mahal.

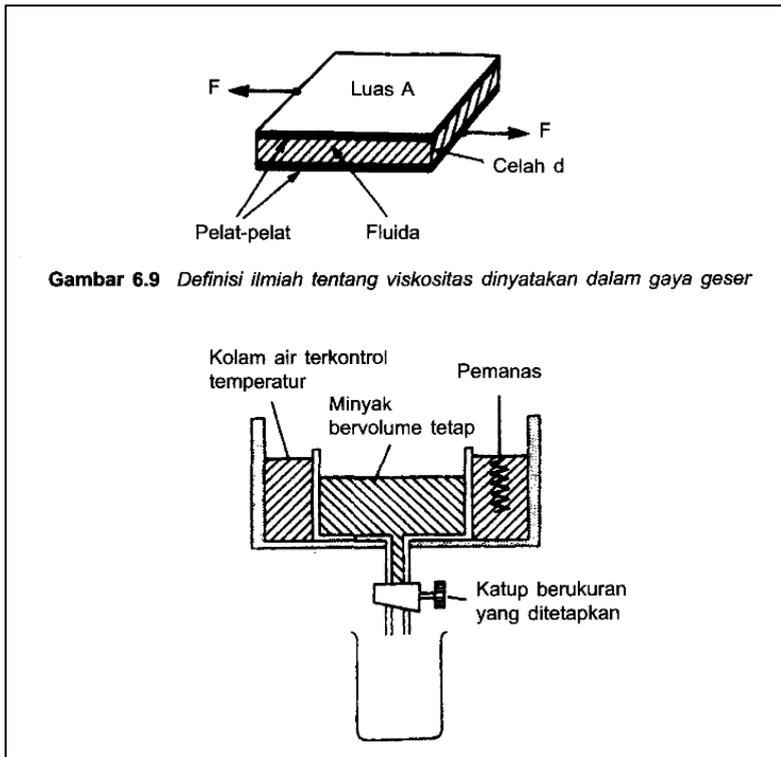
Sifat cairan sebagian besar ditentukan oleh resistansinya untuk mengalir, yang dinamakan viskositas. Dalam istilah non-sains, kita berbicara tentang gula tetes yang mempunyai viskositas tinggi, dan air yang mempunyai viskositas rendah. Kedua ekstrim membawa persoalan; suatu fluida berviskositas rendah mengalir dengan mudah dan membuang sedikit energi,

tetapi menaikkan rugi-rugi kebocoran. Suatu fluida kental dapat menyekat dengan baik, tetapi fluida tipe ini cukup seret dan menyebabkan rugi energi dan tekanan sekitar sistem. Fluida hidrolik haruslah merupakan suatu medium yang berada antara ekstrim-ekstrim ini, jadi dibutuhkan suatu cara untuk mendefinisikan viskositas.

Pada dasarnya ada dua teknik dalam menspesifikasi viskositas. Metode ilmiah absolut mengukur gaya geser antara dua pelat yang dipisahkan oleh sebuah film fluida tipis, yang ditunjukkan seperti pada Gambar 2.1. Satuan yang paling umum adalah poise (satuan cgs) yang merupakan ukuran gaya geser dalam dyne, untuk luas permukaan 1 cm² yang dipisahkan oleh fluida 1 cm. Centipoise (0,01 poise) merupakan satuan yang lebih praktis. Viskositas kinematika, yang didefinisikan dengan satuan yang dinamakan stokes, dinyatakan oleh viskositas absolut (dalam poise) yang dibagi oleh densitas (dalam gr cm⁻³).

Satuan praktisnya adalah centi-stoke; sebuah fluida hidrolik tipikal akan mempunyai viskositas sekitar 40 centi-stoke dan fluida berviskositas rendah seperti HWCF sekitan 1 centistoke. Tidak mengherankan bahwa viskositas yang jauh lebih rendah ini memiliki arti bahwa HWCF adalah sangat rawan terhadap kebocoran.

Poise dan stoke adalah satuan-satuan yang menyatakan definisi ilmiah tentang viskositas. Dalam hidrolika, yang benar-benar dibutuhkan hanyalah perbandingan relatif antara cairan yang berbeda. Ini dicapai dengan eksperimen praktis yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, di mana minyak dengan volume tetap dipanaskan sampai suatu temperatur uji, kemudian diperbolehkan untuk ke luar lewat suatu katup berukuran tetap. Waktu yang dibutuhkan untuk pembuangan dalam sekon merupakan ukuran viskositas (tinggi untuk cairan berviskositas tinggi, dan rendah untuk cairan berviskositas rendah).



Gambar 6.9 Definisi ilmiah tentang viskositas dinyatakan dalam gaya geser

Gambar 2.2 Definisi praktis tentang viskositas

Percobaan pada Gambar 2.2 (biasanya dilaksanakan pada 100°F dan 210°F dengan volume sebesar 60 cm³) memberikan viskositas dalam saybolt universal sekon (SUS = saybolt universal seconds). Definisi-definisi dasar Fahrenheit ini berasal dari Amerika. Fluida hidrolik biasanya mempunyai viskositas antara 150 dan 250 SUS yang didefinisikan pada 100°F, walaupun nilai-nilai yang lebih tinggi digunakan dalam aplikasi temperatur tinggi.

Viskositas juga dapat diberikan lewat tes serupa untuk minyak mesin yang ditentukan oleh American Society of Automotive Engineers (SAE). Ini memberikan bilangan-bilangan Winter (musim dingin) dengan imbuhan W (misalnya, 10W, 20W) yang didefinisikan pada 0°F, dan bilangan Summer (musim panas) yang didefinisikan pada 210°F. Suatu rating minyak sebesar 10WSAE, misalnya, meliputi kisaran 6.000 sampai

12.000 SUS pada 0°F, sedangkan 30SAE meliputi kisaran 58 sampai 70 SUS pada 210°F

Viskositas turun dengan bertambahnya temperatur, dan ini dinyatakan dalam satuan SAE dalam bentuk SAE 10W50, misalnya. Variasi viskositas terhadap temperatur didefinisikan oleh indeks viskositas, sebuah satuan yang didasarkan pada skala sembarang dan nol (jelek, variasi besar dalam viskositas dengan temperatur) sampai 100 (bagus, variasi kecil dengan temperatur). Kisaran nol sampai 100 telah dipilih untuk menghubungkan dengan standar yang dapat diperoleh dengan fluida praktis dan bukan beberapa standar yang dapat diukur absolut. Kebanyakan minyak hidrolik mempunyai indeks viskositas di sekitar angka 90.

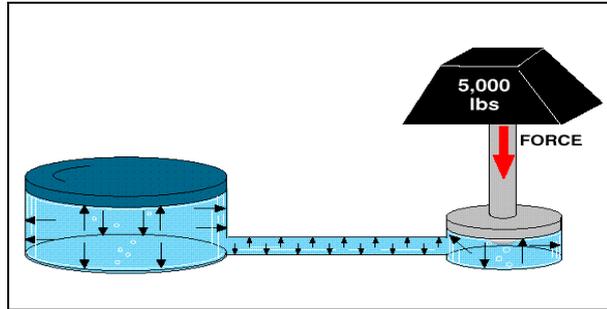
Kehandalan sistem hidrolik sangat dipengaruhi oleh keadaan fluida. Kontaminasi dari kotoran atau produk oksidasi dan penurunan kemampuan.

5.2 FUNGSI DARI *HYDRAULIC FLUID (OIL)*

Fluid (Zat cair) adalah *Non-Compressible*. Oleh sebab itu *fluid* dapat *men-transmit power* saat itu juga dalam sebuah sistem hidrolik. Sebagai contoh, minyak tanah *ter-compress* sekitar 1% untuk setiap 2000 psi. Oleh sebab itu minyak tanah dapat mempertahankan volumenya secara tetap di bawah tekanan tinggi. Minyak tanah adalah zat cair pokok yang digunakan dalam pengembangan kebanyakan hidrolik *oil*.

Fungsi utama dari *hydraulic fluid (oil)* adalah :

- *Transmitting power*
- *Lubricating*
- *Sealing*
- *Cooling*
- *Cleaning*



Gambar 2.3 *Non-Compressible Fluid*

A. *Transmitting power (Meneruskan Tenaga)*

Karena *hydraulic fluid* tidak dapat dikompres, sekali hidrolik sistem ter-isi dengan *fluida*, seketika itu juga meneruskan *power* dari satu area ke area yang lain. Akan tetapi bukan berarti semua *fluida* mempunyai efisiensi yang sama dalam meneruskan *power*, sebab masing-masing *fluida* mempunyai sifat khusus sendiri-sendiri. Pemilihan *hydraulic fluid* yang benar tergantung dari pemakaian dan kondisi operasi.

B. *Lubricating (Melumasi)*

Hydraulic fluid (oil) harus bisa melumasi komponen-komponen yang bergerak dalam sebuah hidrolik sistem. Komponen-komponen yang berputar atau meluncur harus bisa berfungsi dengan baik tanpa harus bersentuhan dengan komponen yang lain. *Hydraulic oil* harus bisa mempertahankan *oil film* di antara dua permukaan untuk mencegah gesekan, panas dan keausan.

C. *Sealing (Menutupi)*

Banyak komponen-komponen hidrolik di-*design* dengan menggunakan *hydraulic oil* dari pada mekanikal *seal* dalam komponen. Viskositas (kekentalan) dari *oil* akan membantu menentukan kemampuannya untuk melapisi.

D. *Cooling*

Hidrolik sistem menghasilkan panas bila sedang mengubah mekanikal energi ke hidrolik energi atau sebaliknya.

Pada saat *oil* bergerak melalui sistem, panas akan merambat dari komponen-komponen yang lebih hangat ke *cooler*. *Oil* akan memberikan panas tersebut ke *reservoir* atau *cooler* yang telah di-*design* untuk menjaga *oil temperature* tidak melebihi batas.

E. Cleaning

Fungsi lain dari *oil* adalah membersihkan. Meskipun pada hidrolik *tank* sudah ada *screen*, bukan tidak mungkin kotoran debu akan masuk ke dalam sistem. Kotoran-kotoran ini akan dibawa oleh *oil* menuju ke tangki yang kemudian akan ditangkap oleh filter yang ada di dalam tangki.

5.3 RANGKUMAN

Sistem hidrolik menggunakan oli sebagai media untuk merubah energi hidrolik menjadi energi gerak untuk menggerakkan aktuatot. Jenis dan kekentalan/viskositas suatu oli menentukan penggunaan oli tersebut. Jenis dan fungsi oli ditentukan dengan melihat kode SAE pada kemasan oli tersebut.

5.4. SOAL-SOAL LATIHAN

1. Sebutkan dan jelaskan fungsi dari fluida hidrolik!
2. Jelaskan yang dimaksud dengan fluida tahan api!
3. Jelaskan yang dimaksud dengan viskositas dinamik dan kinematik!
4. Bagaimana anda dapat membedakan jenis oli yang digunakan untuk engine oil, hydraulic oil maupun transmission oil?

5.7. DAFTAR PUSTAKA

Basic Hydraulic System, Student Hand Book, Training Centre PT Trakindo Utama, Cileungsi, 2006
Multimedia Information Management, PT Trakindo Utama, Jakarta
Hidrolika&Pneumatika, Pedoman Bagi Teknisi dan Insinyur, Andrew Parr, Erlangga, Bandung, 2003
Hydraulic Workbook Basic Level, Festo Didactic GmBh&Co, Denkendorf, 1998

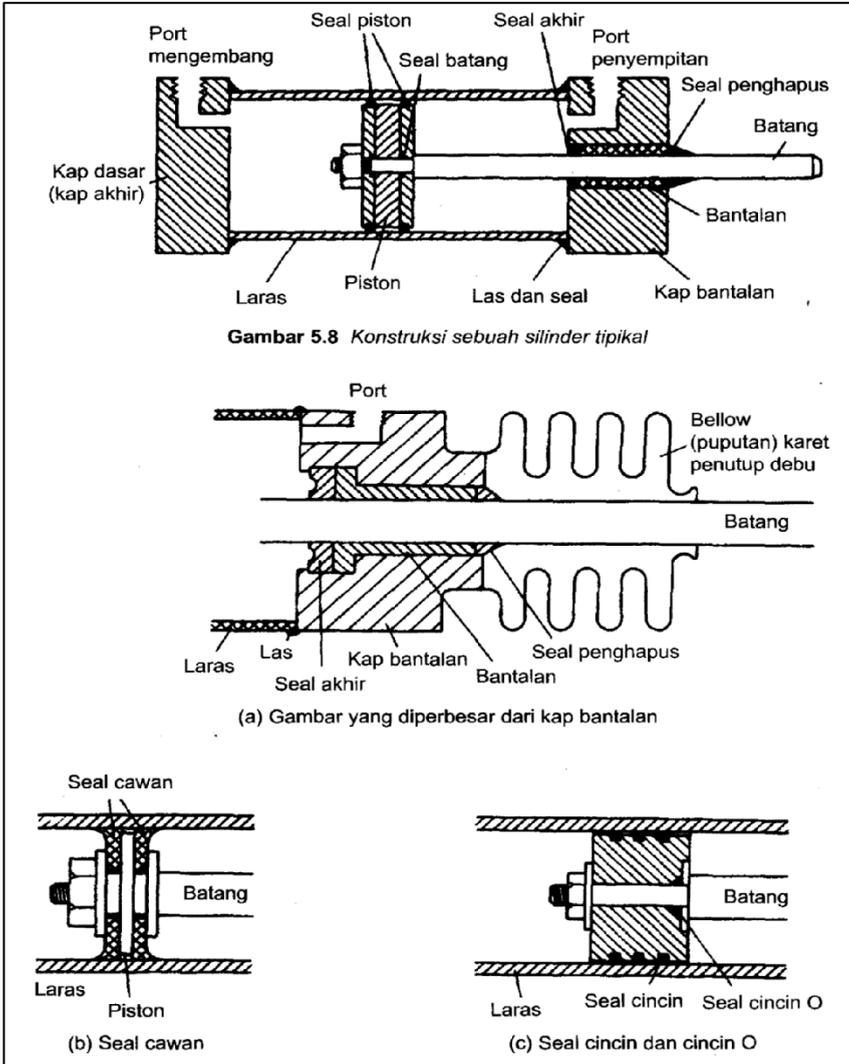
BAB 6 SILINDER HIDROLIK

Parameter Deskripsi	Capaian Pembelajaran (Learning Outcome)
Sikap	Mahasiswa menerapkan teori <i>7 Habits Of Highly Effective People</i> dalam mengikuti perkuliahan
Keterampilan Umum	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan berbagai bentuk silinder hidrolik dan komponennya
Keteampilan Khusus	Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan fungsi, ISO symbol dari single acting silinder, double acting silinder, double rod end silinder, teleskopik silinder dan seal.
Pengetahuan	Mahasiswa mengerti dan bisa membaca <i>schematic hydraulic</i> pada unit alat berat

6.1 Konstruksi

Aktuator pneumatik dan aktuator linier hidrolik dikonstruksi dengan cara yang sama, perbedaan yang utama muncul dari perbedaan-perbedaan dalam tekanan kerja (secara tipikal 100 bar untuk hidrolik dan 10 bar untuk pneumatik, tetapi terdapat penyimpangan yang cukup besar dan nilai-nilai ini).

Gambar 6.1 menunjukkan konstruksi sebuah silinder kerja ganda. Dapat dilihat lima lokasi di mana seal dibutuhkan untuk mencegah kebocoran. Sampai suatu taraf tertentu, seni desain silinder berkisar seputar pilihan sealnya, sebuah topik yang dibahas dalam bagian-bagian selanjutnya.



Gambar 6.2 Detail konstruksi silinder

Ada lima bagian dasar dalam sebuah silinder; dua kap akhir (sebuah kap dasar dan kap bantalan) dengan hubungan port, sebuah laras silinder, sebuah piston, dan batang itu sendiri. Konstruksi dasar ini memungkinkan pembuatan yang cukup mudah, karena kap akhir dan piston sama untuk silinder-silinder yang diameternya sama, dan (relatif) hanya laras dan batang murah yang perlu diganti untuk menghasilkan silinder dengan

panjang yang berbeda. Kap akhir dapat disambung ke laras dengan mengelas, dengan tie rod, atau dengan sambungan ulir. Detail konstruksi dasarnya ditunjukkan pada Gambar 6.2.

Permukaan dalam laras perlu dibuat sangat halus demi mencegah keausan dan kebocoran. Biasanya digunakan tabung baja tank tanpa kampuh (seamless), yang dikerjakan dengan mesin (dikikir) sampai suatu tingkat penyelesaian yang akurat. Dalam aplikasi di mana silinder tak sering digunakan atau mengalami kontak dengan bahan korosif, dapat digunakan tabung yang terbuat dari baja tahan karat, aluminium, atau kuningan.

Piston biasanya dibuat dari besi atau baja. Piston tidak hanya mentransmisi gaya ke batang, tetapi harus juga berlaku sebagai bantalan geser dalam laras (mungkin dengan gaya-gaya sisi jika batang dipengaruhi gaya lateral) dan menyediakan suatu seal antara sisi-sisi tekanan tinggi dan rendah. Biasanya digunakan seal piston antara piston dan laras. Kadang-kadang kebocoran kecil dapat ditoleransi dan seal tidak digunakan. Suatu permukaan bantalan (seperti misalnya perunggu) diendapkan pada permukaan piston kemudian dikikir hingga halus serupa dengan yang ada pada laras.

Permukaan batang silinder bersentuhan dengan atmosfer bila dikembangkan, dan dengan demikian mempunyai kemungkinan untuk rusak karena efek kotoran, uap lembab, dan korosi. Bila disempitkan, bahan antisosial ini dapat ditank kembali ke dalam laras hingga menyebabkan permasalahan di dalam silinder. Perlakuan panas baja campuran logam chromium biasanya diterapkan demi menghasilkan penguatan dan demi mereduksi efek korosi.

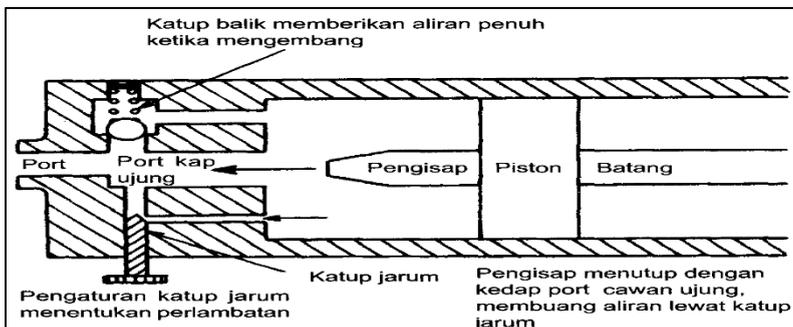
Sebuah penghapus atau seal penggaruk (scraper) dipasang di ujung kap di mana batang memasuki silinder untuk memindahkan partikel-partikel kotoran debu. Dalam atmosfer yang sangat berdebu, bellow karet eksternal juga dapat digunakan untuk mencegah debu (Gambar 6.2a) tetapi bellow ini mudah bocor dan terbelah, lagipula membutuhkan pemeriksaan yang teratur. Permukaan bantalan, yang biasanya terbuat dari perunggu, dipasang di belakang seal penghapus.

Sebuah cincin seal internal dipasang di belakang bantalan untuk mencegah fluida bertekanan tinggi bocor keluar sepanjang batang. Seal penghapus, bantalan, dan cincin seal kadang-kadang

dikombinasikan sebagai susunan kartnij demi memudahkan perawatan. Batang biasanya dikaitkan ke piston lewat ujung yang diulir seperti ditunjukkan pada Gambar 6.2b dan c. Kebocoran dapat terjadi di sekeliling batang, sehingga seal kembali dibutuhkan. Ini bisa berupa seal penutup (seperti pada Gambar 6.2b) yang menggabungkan fungsi piston dan seal batang, atau cincin 0 statik sekeliling batang (seperti pada Gambar 6.2c).

Kap ujung biasanya berupa tuangan (dan besi atau aluminium) dan menggabungkan masukan berulir untuk port. Kap ujung harus mengatasi beban kejut pada ujung perjalanan piston. Beban ini muncul tidak hanya dari tekanan fluida, tetapi juga dari energi kinetik bagian-bagian bergerak dan silinder dan beban.

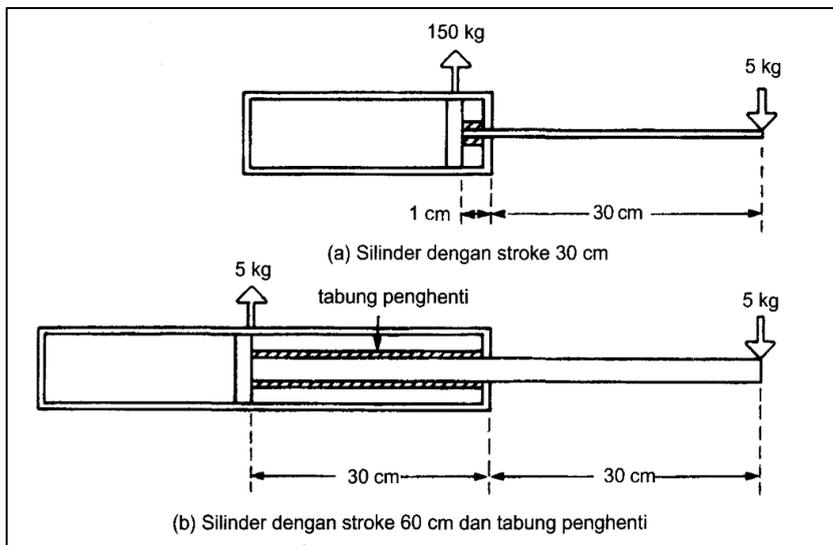
Ujung perjalanan beban kejut dapat direduksi dengan katup bantal yang dibuat di dalam kap ujung. Dalam silinder yang ditunjukkan pada Gambar 6.3, misalnya, aliran fluida buangan tak dibatasi sampai pengisap (plunger) memasuki kap. Rute aliran buangan sekarang adalah lewat katup perlambatan yang mereduksi kecepatan, dan tumbukan terjadi pada ujung perjalanan. Katup perlambatan dapat diatur untuk memungkinkan ditetapkannya laju perlambatan. Sebuah katup balik juga tercakup dalam kap ujung untuk menghindari katup perlambatan dan memberikan aliran yang hampir penuh ketika silinder mengembang. Pemberian bantal pada Gambar 6.3 ditunjukkan di penutup dasar, tetapi jelaslah bahwa susunan yang serupa dapat digunakan dalam kap bantalan juga.



Gambar 6.3 Pemberian bantal silinder

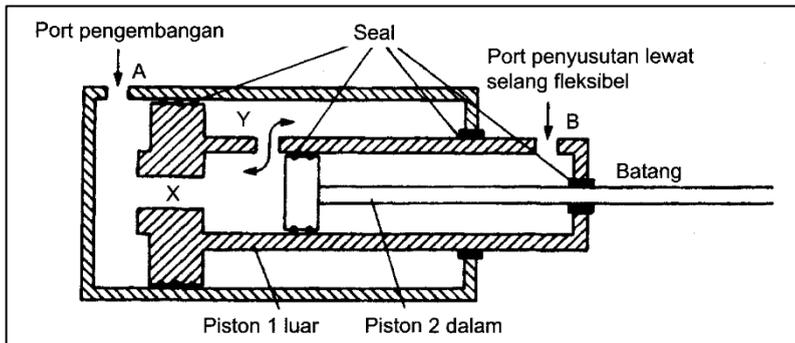
Silinder sangat mudah dipengaruhi beban sisi, terutama bila silinder tersebut dikembangkan penuh. Pada Gambar 6.4

sebuah silinder dengan stroke 30 cm dikembangkan penuh dan dipengaruhi beban sisi 5 kg. Bila dikembangkan secara tipikal, maka terdapat jarak 1 cm antara piston dan bantalan ujung. Pengungkitan sederhana akan memberikan beban sisi sebesar 155 kg pada bantalan dan 150 kg pada seal piston. Pembesaran pembebanan sisi menambah keausan silinder. Efeknya dapat direduksi dengan menggunakan silinder dengan stroke yang lebih panjang, yang kemudian dibatasi oleh tabung penghenti internal seperti ditunjukkan pada Gambar 6.4 b.



Gambar 6.4 Beban-bekan sisi dan tabung penghenti

Stroke sebuah silinder sederhana harus kurang dan panjang laras, yang menghasilkan paling baik sebuah rasio dikembangkan/disusutkan sebesar 2:1. Bila ruang dibatasi, maka sebuah silinder teleskopik dapat digunakan. Gambar 6.5 menunjukkan konstruksi sebuah unit kerja ganda tipikal dengan dua piston. Untuk melakukan pengembangan, fluida diaplikasikan ke port A. Fluida diaplikasikan ke dua sisi piston 1 melalui port X dan Y, tetapi perbedaan luasan antara sisi-sisi piston 1 menyebabkan piston bergerak ke kanan.



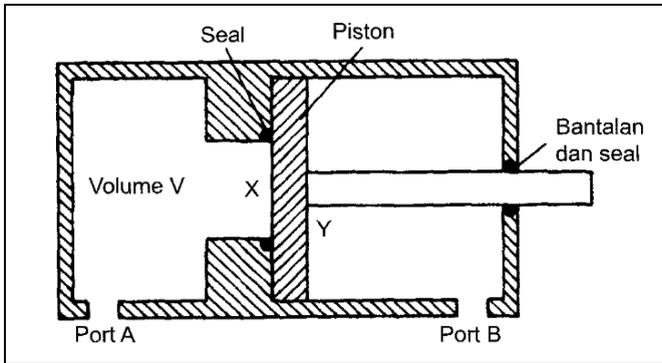
Gambar 6.5 Piston teleskopik dua tahap

Untuk menyusut, fluida diaplikasikan ke port B. Dibutuhkan suatu hubungan fleksibel untuk port ini. Bila piston 2 digerakkan penuh ke kiri, maka port Y sekarang dihubungkan ke port B, dengan menggunakan tekanan ke sisi kanan piston 1 yang kemudian menyusut.

Konstruksi silinder teleskopik membutuhkan banyak seal yang membuat perawatannya jadi rumit. Tipe silinder ini juga mempunyai gaya yang lebih kecil untuk diameter dan tekanan tertentu, dan hanya dapat menoleransi beban sisi kecil.

Silinder pneumatik digunakan dalam proses pembentukan metal, suatu operasi yang membutuhkan gaya-gaya besar. Tekanan dalam sistem pneumatik lebih rendah dibandingkan dalam sistem hidrolis, tetapi beban tumbukan yang besar dapat diperoleh dengan mempercepat sebuah palu sampai kecepatan tinggi, kemudian membolehkannya memukul targetnya.

Peralatan semacam itu dinamakan silinder tumbukan dan beroperasi berdasarkan prinsip yang diilustrasikan pada Gambar 6.6. Tekanan mula-mula diterapkan ke port B untuk menyusutkan silinder. Tekanan kemudian diberikan ke kedua port A dan B, tetapi silinder tetap ada dalam keadaan menyusut karena luas X lebih kecil dan luas Y. Port B kemudian dikosongkan secara cepat. Segera, luas piston penuh mengalami tekanan port A. Dengan volume gas yang besar yang disimpan di belakang piston, maka piston dipercepat secara pesat ke sebuah kecepatan tinggi (biasanya 10 ms^{-1}).



Gambar 6.6 Sebuah silinder tumbukan

6.2 RANGKUMAN

Silinder hidrolik merupakan actuator yang akan menggerakkan bucket, stick maupun boom pada excavator. Silinder hidrolik harus tetap terjaga kebersihannya dari kontaminasi agar dinding silinder tidak tergores dan sealnya tidak bocor. Hal ini akan menyebabkan silinder tidak bergerak dengan maksimal yang akan mengakibatkan penurunan produksi.

6.3 SOAL-SOAL LATIHAN

1. Sebutkan bagian-bagian dari sebuah silinder hidrolik!
2. Sebutkan jenis-jenis silinder hidrolik!
3. Bagaimanakah kerja dari sebuah silinder teleskopik?
4. Bagaimanakah kerja silinder yang memiliki penghisap pada sisi head/kepalanya?
5. jelaskan fungsi dari silinder yang memiliki penghisap pada sisi head/kepalanya?

6.4. DAFTAR PUSTAKA

Basic Hydraulic System, Student Hand Book, Training Centre PT Trakindo Utama, Cileungsi, 2006

Multimedia Information Management, PT Trakindo Utama, Jakarta

Hidrolika&Pneumatika, Pedoman Bagi Teknisi dan Insinyur, Andrew Parr, Erlangga, Bandung, 2003

Hydraulic Workbook Basic Level, Festo Didactic GmBh&Co, Denkdorf, 1998

FUNDAMENTAL HYDRAULIC

Dengan adanya buku ajar ini diharapkan memberikan wawasan dan keterampilan yang dapat diimplementasikan dan dipelajari di dunia pendidikan di Program Studi masing-masing sehingga bisa diterapkan di industri. Semoga dengan adanya buku ajar ini dapat mengambil ilmu yang termuat dalam buku ajar ini dan dapat dimanfaatkan dan diterapkan kelak di dunia industri.

Capaian Pembelajaran:

Sikap :

Mahasiswa menerapkan teori 7 Habits Of Highly Effective People dalam mengikuti perkuliahan

Keterampilan Umum :

Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan berbagai jenis ISO Symbol yang digunakan pada sirkuit hidrolis

Keterampilan Khusus :

Mahasiswa dapat menjelaskan, menyebutkan dan menunjukkan arti dan fungsi dari skematik hidrolis alat berat dengan bentuk garis, lingkaran, anak panah, kotak, restriction, energy storage, accumulator

Pengetahuan :

Mahasiswa mengerti dan bisa membaca schematic hydraulic pada unit alat berat

M. KHAFIDZ ARIFIN



Penerbit Poliban Press
Redaksi :
Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basry,
Pangeran, Komp. Kampus ULM, Banjarmasin Utara
Telp : (0511)3305052
Email : press@poliban.ac.id

ISBN 978-623-5259-01-7



ISBN 978-623-5259-02-4 (PDF)

