



MODUL : Pneumatik & Hidrolik

UNIVERSITAS HARAPAN MEDAN
Fakultas Teknik dan Komputer
2021

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Modul mata kuliah Pnewmatik & Hidrolik (21-3-09-5-7-03-3) ini berhasil disusun dengan semaksimal mungkin. Modul ini disusun mengacu pada silabus mata kuliah yang diberlakukan untuk program S1 yang disajikan pada tiap semester dengan jumlah SKS 2 (Dua). Modul ini diterbitkan untuk kalangan sendiri pada Program Teknik Mesin FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER UNIVERSITAS HARAPAN MEDAN .Penulis mengucapkan terimakasih atas suport dan masukan yang diberikan teman teman Dosen di Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan, selama penyusunan Modul ini.

Modul mata kuliah Pnewmatik & Hidrolik ini diharapkan bisa membantu mahasiswa dalam memahami materi yang disampaikan Dosen. Dalam Modul ini menyajikan bermacam-macam contoh soal dan latihan soal dalam setiap BAB, yang mana mahasiswa diharapkan bisa memanfaatkan dengan baik untuk memperkuat pemahaman materi setiap BAB. Namun demikian, mahasiswa sebaiknya juga membaca buku-buku referensi yang lain tentang Pnewmatik & Hidrolik ini sehingga diperoleh informasi yang lebih lengkap dalam upaya memahami materi perkuliahan.

Bagaimanapun, Modul ini masih diperlukan perbaikan secara bertahap, oleh karena itu mohon kritik dan saran untuk kesempurnaan Modul ini.

Kami menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang membantu penulisan diktat ini. Semoga bermanfaat bagi pembaca.

Medan, Januari 2021

Penulis

(Ir.Junaidi,M.M.,M.T.)

NIDN :0103036301

DAFTAR ISI

Halaman Judul	1
Kata Pengantar	2
Daftar Isi	3
BAB I : SILINDER PNEUMATIK	4
BAB II : KATUP PNEUMATIK.....	17
BAB III : PENGGAMBARAN DIAGRAM RANGKAIAN PNEUMATIK.....	46
BAB IV : KONTROL LANGSUNG SILINDER.....	51
BAB V : KONTROL TIDAK LANGSUNG SILINDER.....	57
BAB VI : FUNGSI LOGIKA DAN.....	63
BAB VII : FUNGSI LOGIKA ATAU.....	68
BAB VIII : PENGATURAN KECEPATAN SILINDER	72
BAB IX : KONTROL PNEUMATIK DENGAN METODE INTUITIF DAN METODE CASCADE.....	77
BAB X : PENGENALAN SISTEM HIDROLIK	88
BAB XI : UNIT TENAGA SISTEM HIDROLIK.....	95
BAB XII : UNIT PENGATUR (CONTROL ELEMENT).....	104
BAB XIII : PENGGERAK (AKTUATOR).....	114
BAB XIV : CAIRAN HIDROLIK.....	121
BAB XV : GRAFIK SIMBOL DAN DIAGRAM SIRKUIT	133
BAB XVI : PEMELIHARAAN KOMPONEN HIDROLIK.....	141
DAFTAR PUSTAKA	166

BAB 1 SILINDER PNEUMATIK

1.1. Pendahuluan

Aktuator adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi kerja yang dimanfaatkan. Sinyal keluaran dikontrol oleh sistem kontrol dan aktuator bertanggung jawab pada sinyal kontrol melalui elemen kontrol terakhir.

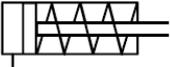
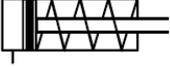
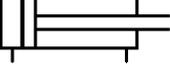
Aktuator pneumatik dapat digolongkan menjadi 2 kelompok : gerak lurus dan putar. :

1. Gerakan lurus (gerakan linear) :

- Silinder kerja tunggal.
- Silinder kerja ganda.

2. Gerakan putar :

- Motor udara
- Aktuator yang berputar (ayun)

SIMBOL	NAMA KOMPONEN
	Silinder kerja tunggal
	Silinder kerja tunggal , piston dengan magnet tetap
	Silinder kerja ganda

Simbol-simbol aktuator linear sebagai berikut

Simbol aktuator gerakan putar :

SIMBOL	NAMA KOMPONEN
	Motor udara, putaran satu arah, kapasitas tetap.
	Motor udara, putaran satu arah, kapasitas bervariasi.
	Motor udara, putaran dua arah, kapasitas bervariasi.
	Aktuator putar lintasan terbatas. Putaran dua arah.

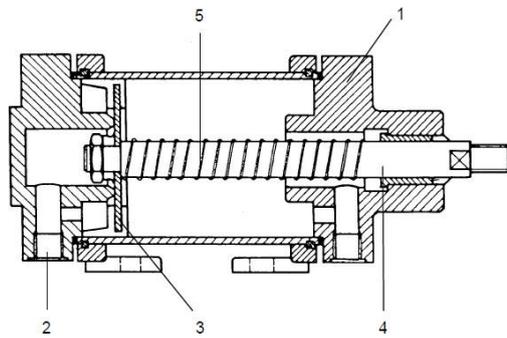
1.2. Silinder Kerja Tunggal

1.2.1. Konstruksi

Silinder kerja tunggal mempunyai seal piston tunggal yang dipasang pada sisi suplai udara bertekanan. Pembuangan udara pada sisi batang piston silinder dikeluarkan ke atmosfer melalui saluran pembuangan. Jika lubang pembuangan tidak diproteksi dengan sebuah penyaring akan memungkinkan masuknya partikel halus dari debu ke dalam silinder yang bisa merusak seal.

Apabila lubang pembuangan ini tertutup akan membatasi atau menghentikan udara yang akan dibuang pada saat silinder gerakan keluar dan gerakan akan menjadi tersentak-sentak atau terhenti. Seal terbuat dari bahan yang fleksibel yang ditanamkan di dalam piston dari logam atau plastik. Selama bergerak permukaan seal bergeser dengan permukaan silinder.

Gambar konstruksi silinder kerja tunggal sebagai berikut :



Keterangan

1. Rumah silinder
2. Lubang masuk udara bertekanan
3. Piston
4. Batang piston
5. Pegas pengembali

Gambar 1.1. Konstruksi Silinder Kerja Tunggal

1.2.2. Prinsip Kerja

Dengan memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston, sisi yang lain terbuka ke atmosfer. Silinder hanya bisa memberikan gaya kerja ke satu arah. Gerakan piston kembali masuk diberikan oleh gaya pegas yang ada didalam silinder direncanakan hanya untuk mengembalikan silinder pada posisi awal dengan alasan agar kecepatan kembali tinggi pada kondisi tanpa beban.

Pada silinder kerja tunggal dengan pegas, langkah silinder dibatasi oleh panjangnya pegas. Oleh karena itu silinder kerja tunggal dibuat maksimum langkahnya sampai sekitar 80 mm.

1.2.3. Kegunaan

Menurut konstruksinya silinder kerja tunggal dapat melaksanakan berbagai fungsi gerakan, seperti :

- Menjepit benda kerja
- Pemotongan
- Pengeluaran
- Pengepresan
- Pemberian dan pengangkatan.

1.2.4. Macam-Macam Silinder Kerja Tunggal

Ada bermacam-macam perencanaan silinder kerja tunggal termasuk :

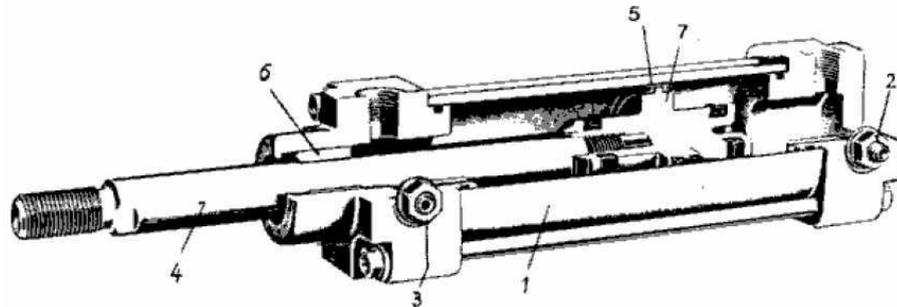
- Silinder membran (diafragma)
- Silinder membran dengan rol

1.3. Silinder Ganda

1.3.1. Konstruksi

Konstruksi silinder kerja ganda adalah sama dengan silinder kerja tunggal, tetapi tidak mempunyai pegas pengembali. Silinder kerja ganda mempunyai dua saluran (saluran

masuk dan saluran pembuangan). Silinder terdiri dari tabung silinder dan penutupnya, piston dengan seal, batang piston, bantalan, ring pengikis dan bagian penyambungan. Konstruksinya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 1.2. Konstruksi Silinder Kerja Ganda

Keterangan :

1. Batang / rumah silinder
2. Saluran masuk
3. Saluran keluar
4. Batang piston
5. Seal
6. Bearing
7. Piston

Biasanya **tabung silinder** terbuat dari tabung baja tanpa sambungan. Untuk memperpanjang usia komponen seal permukaan dalam tabung silinder dikerjakan dengan mesin yang presisi. Untuk aplikasi khusus tabung silinder bisa dibuat dari aluminium, kuningan dan baja pada permukaan yang bergeser dilapisi chrom keras. Rancangan khusus dipasang pada suatu area dimana tidak boleh terkena korosi.

Penutup akhir tabung adalah bagian paling penting yang terbuat dari bahan cetak seperti aluminium besi tuang. Kedua penutup bisa diikatkan pada tabung silinder dengan batang pengikat yang mempunyai baut dan mur.

Batang piston terbuat dari baja yang bertemperatur tinggi. Untuk menghindari korosi dan menjaga kelangsungan kerjanya, batang piston harus dilapisi chrom.

Ring seal dipasang pada ujung tabung untuk mencegah kebocoran udara. Bantalan penyangga gerakan batang piston terbuat dari PVC, atau perunggu. Di depan bantalan ada

sebuah ring pengikis yang berfungsi mencegah debu dan butiran kecil yang akan masuk ke permukaan dalam silinder. Bahan seal pasak dengan alur ganda :

- Perbunan untuk $-20^{\circ}\text{C s/d} + 80^{\circ}\text{C}$
- Viton untuk $-20^{\circ}\text{C s/d} + 190^{\circ}\text{C}$
- Telfon untuk $-20^{\circ}\text{C s/d} + 200^{\circ}\text{C}$

Ring O normal digunakan untuk seal diam.

1.3.2. Prinsip Kerja

Dengan memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston (arah maju) , sedangkan sisi yang lain (arah mundur) terbuka ke atmosfer, maka gaya diberikan pada sisi permukaan piston tersebut sehingga batang piston akan terdorong keluar sampai mencapai posisi maksimum dan berhenti. Gerakan silinder kembali masuk, diberikan oleh gaya pada sisi permukaan batang piston (arah mundur) dan sisi permukaan piston (arah maju) udaranya terbuka ke atmosfer.

Keuntungan silinder kerja ganda dapat dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya. Ini memungkinkan pemasangannya lebih fleksibel. Gaya yang diberikan pada batang piston gerakan keluar lebih besar daripada gerakan masuk. Karena efektif permukaan piston dikurangi pada sisi batang piston oleh luas permukaan batang piston

Silinder aktif adalah dibawah kontrol suplai udara pada kedua arah gerakannya. Pada prinsipnya panjang langkah silinder dibatasi, walaupun faktor lengkungan dan bengkokan yang diterima batang piston harus diperbolehkan. Seperti silinder kerja tunggal, pada silinder kerja ganda piston dipasang dengan seal jenis cincin O atau membran.

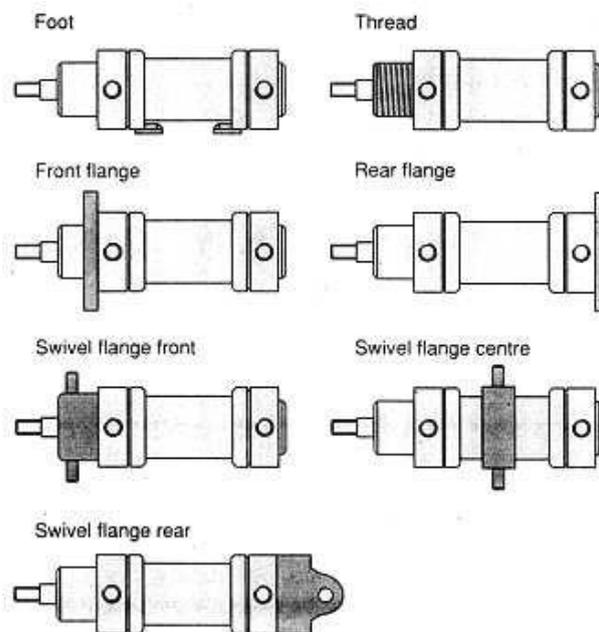
1.3.3. Pemasangan Silinder

Jenis pemasangan silinder ditentukan oleh cara gerak silinder yang ditempatkan pada sebuah mesin atau peralatan. Silinder bisa dirancang dengan **jenis pemasangan permanen** jika tidak harus diatur setiap saat. Alternatif lain, silinder bisa menggunakan **jenis pemasangan yang diatur**, yang bisa diubah dengan menggunakan perlengkapan yang cocok pada prinsip konstruksi modul. Alasan ini adalah penyederhanaan yang penting sekali dalam penyimpanan, lebih khusus lagi dimana silinder pneumatik dengan jumlah besar digunakan seperti halnya silinder dasar dan bagian pemasangan dipilih secara bebas membutuhkan untuk disimpan.

Pemasangan silinder dan kopling batang piston harus digabungkan dengan hati-hati pada penerapan yang relevan, karena silinder harus dibebani hanya pada arah aksial. Secepat gaya dipindahkan ke sebuah mesin, secepat itu pula tekanan terjadi pada silinder. Jika sumbu salah gabung dan tidak segaris dipasang, tekanan bantalan pada tabung silinder dan batang piston dapat diterima. Sebagai akibatnya adalah :

- Tekanan samping yang besar pada bantalan silinder memberikan indikasi bahwa pemakaian silinder meningkat.
- Tekanan samping pada batang piston akan mengikis bantalan
- Tekanan tidak seimbang pada seal piston dan batang piston.

Tekanan samping ini sering mendahului faktor pengurangan perawatan silinder yang sudah direncanakan sebelumnya. Pemasangan bantalan silinder yang dapat diatur dalam tiga dimensi membuat kemungkinan untuk menghindari tekanan bantalan yang berlebihan pada silinder. Momen bengkok yang akan terjadi selanjutnya dibatasi oleh penggesekan yang bergeser pada bantalan. Ini bertujuan bahwa silinder diutamakan bekerja hanya pada tekanan yang sudah direncanakan, sehingga bisa mencapai secara maksimum perawatan yang sudah direncanakan. Gambar di bawah menunjukkan cara pemasangan silinder.



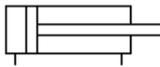
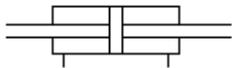
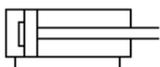
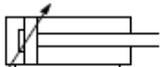
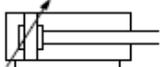
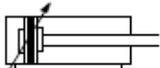
Gambar 1.3. Cara pemasangan silinder

1.3.4. Kegunaan

Silinder pneumatik telah dikembangkan pada arah berikut :

- Kebutuhan penyensoran tanpa sentuhan (menggunakan magnet pada piston untuk mengaktifkan katup batas /limit switch dengan magnet)
- Penghentian beban berat pada unit penjepitan dan penahan luar tiba-tiba.
- Silinder rodless digunakan dimana tempat terbatas.
- Alternatif pembuatan material seperti plastik
- Mantel pelindung terhadap pengaruh lingkungan yang merusak, misalnya sifat tahan asam
- Penambah kemampuan pembawa beban.
- Aplikasi robot dengan gambaran khusus seperti batang piston tanpa putaran, batang piston berlubang untuk mulut pengisap.

1.3.5. Macam-Macam Silinder Kerja Ganda

SIMBOL	NAMA KOMPONEN
	Silinder kerja ganda
	Silinder kerja ganda dengan batang piston sisi ganda.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara tetap dalam satu arah.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara tunggal , dapat diatur pada satu sisi.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara ganda , dapat diatur pada kedua sisi.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara ganda , dapat diatur pada kedua sisi dan piston bermagnet.

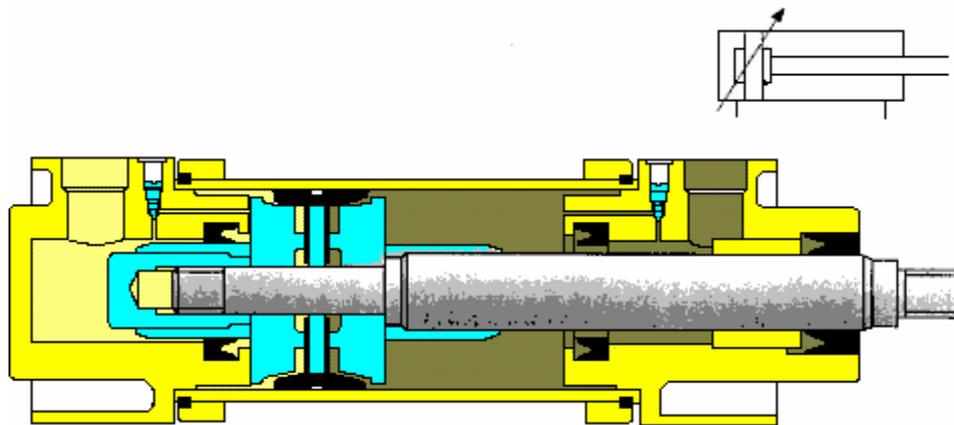
1.3.5.1 Silinder Dengan Peredam Diakhir Langkah

Jika silinder harus menggerakkan massa yang besar, maka dipasang peredam di akhir langkah untuk mencegah benturan keras dan kerusakan silinder. Sebelum mencapai posisi

akhir langkah, peredam piston memotong langsung jalan arus pembuangan udara ke udara bebas. Untuk itu disisakan sedikit sekali penampang pembuangan yang umumnya dapat diatur. Sepanjang bagian terakhir dari jalan langkah, kecepatan masuk dikurangi secara drastis.

Jangan sekali-sekali menutup baut pengatur secara penuh sebab akan mengakibatkan batang piston tidak dapat mencapai posisi akhir gerakannya. Pada gaya yang sangat besar dan percepatan yang tinggi, harus dilakukan upaya pengamanan khusus. Pasanglah peredam kejut luar untuk memperkuat daya hambat.

Konstruksi silinder kerja ganda dengan bantalan udara sebagai berikut :



Gambar 1.4. Silinder kerja ganda dengan bantalan udara

1.4. Karakteristik Silinder

Karakteristik penampilan silinder dapat ditentukan secara teori atau dengan data-data dari pabriknya. Kedua metode ini dapat dilaksanakan, tetapi biasanya untuk pelaksanaan dan penggunaan tertentu, data-data dari pabriknya adalah lebih menyakinkan.

1.4.1. Gaya Piston

Gaya piston yang dihasilkan oleh silinder bergantung pada tekanan udara, diameter silinder dan tahanan gesekan dari komponen perapat. Gaya piston secara teoritis dihitung menurut rumus berikut :

$$F = A \cdot p$$

Untuk silinder kerja tunggal :

$$F = \left(D^2 \cdot \frac{\pi}{4} p \right) - f$$

Untuk silinder kerja ganda :

- Langkah maju

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} p$$

- langkah mundur

$$F = (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} p$$

Keterangan :

F = Gaya piston (N)

f = Gaya pegas (N)

D = Diameter piston (m)

d = Diameter batang piston

A = Luas penampang piston yang dipakai (m²)

p = Tekanan kerja (Pa)

Pada silinder kerja tunggal, gaya piston silinder kembali lebih kecil daripada gaya piston silinder maju karena pada saat kembali digerakkan oleh pegas . Sedangkan pada silinder kerja ganda, gaya piston silinder kembali lebih kecil daripada silinder maju karena adanya diameter batang piston akan mengurangi luas penampang piston. Sekitar 3 - 10 % adalah tahanan gesekan.

Berikut ini adalah gaya piston silinder dari berbagai ukuran pada tekanan 1 - 10 bar.

Diame ter	Tekanan Kerja (bar)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Piston (mm)	Gaya Piston (kgf)									
6	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
25	4	9	13	17	21	24	30	34	38	42
35	8	17	26	35	43	52	61	70	78	86
40	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
50	17	35	53	71	88	106	124	142	159	176
70	34	69	104	139	173	208	243	278	312	346
100	70	141	212	283	353	424	495	566	636	706
140	138	277	416	555	693	832	971	1110	1248	1386
200	283	566	850	1133	1416	1700	1983	2266	2550	2832
250	433	866	1300	1733	2166	2600	3033	3466	3800	4332

Silinder pneumatik tahan terhadap beban lebih. Silinder pneumatik dapat dibebani lebih besar dari kapasitasnya. Beban yang tinggi menyebabkan silinder diam.

1.4.2. Kebutuhan Udara

Untuk menyiapkan udara dan untuk mengetahui biaya pengadaan energi, terlebih dahulu harus diketahui konsumsi udara pada sistem. Pada tekanan kerja, diameter piston dan langkah tertentu, konsumsi udara dihitung sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan udara} = \text{perbandingan kompresi} \times \text{luas penampang piston} \times \text{panjang langkah}$$

$$\text{Perbandingan kompresi} = \frac{1,031 + \text{tekanan kerja (bar)}}{1,031}$$

Untuk mempermudah dan mempercepat dalam menentukan kebutuhan udara, tabel di bawah ini menunjukkan kebutuhan udara persentimeter langkah piston untuk berbagai macam tekanan dan diameter piston silinder.

Tabel 1.1. Kebutuhan udara silinder pneumatik persentimeter langkah dengan fungsi tekanan kerja dan diameter piston.

Diameter Piston (mm)	Tekanan Kerja (bar)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Kebutuhan udara (q) dalam liter/cm langkah									
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103
40	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,110	0,122	0,135
50	0,039	0,058	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411
100	0,155	0,231	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644
200	0,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243

Kebutuhan udara dihitung dengan satuan liter/menit (l/min) sesuai dengan standar kapasitas kompresor. Kebutuhan udara silinder sebagai berikut :

$$\text{Silinder kerja tunggal : } Q = s \cdot n \cdot q \text{ dalam l/min}$$

$$\text{Silinder kerja Ganda : } Q = 2 \cdot (s \cdot n \cdot q) \text{ dalam l/min}$$

Keterangan :

- Q = Kebutuhan udara silinder (l/min)
- q = Kebutuhan udara persentimeter langkah piston
- s = Panjang langkah piston (m)
- n = jumlah siklus kerja per menit

1.4.3. Kecepatan Piston

Kecepatan piston rata-rata dari silinder standar berkisar antara 0,1-1,5 m/s (6 - 90 m/min). Silinder khusus dapat mencapai kecepatan 10 m/s. Kecepatan silinder pneumatik tergantung :

- Beban (gaya yang melawan silinder),
- Tekanan kerja,
- Diameter dalam dan panjang saluran antara silinder dan katup kontrol arah,

- Ukuran katup kontrol arah yang digunakan.

Kecepatan piston dapat diatur dengan katup pengontrol aliran dan dapat ditingkatkan dengan katup pembuang cepat yang dipasang pada sistem kontrol tersebut. Kecepatan rata-rata piston tergantung dari gaya luar yang melawan piston (beban) dan ukuran lubang aliran dapat dilihat seperti pada tabel berikut :

Diameter Piston mm	Lubang Masuk mm	Beban dalam %				
		0	20	40	60	80
Kecepatan Piston dalam mm/detik						
25	4	580	530	450	380	300
35	7	980	885	785	690	600
50	7	480	440	400	360	320
70	7	230	215	200	180	150
70	9	530	470	425	380	310
100	7	120	110	90	80	60
100	9	260	230	205	180	130
140	9	130	120	110	90	70
140	12	300	260	230	200	170
200	9	65	60	55	50	40
200	12	145	130	120	105	85
200	19	330	300	280	250	215
250	19	240	220	185	165	115

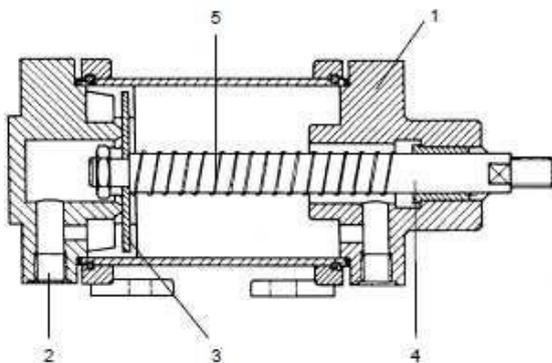
1.4.4. Langkah Piston

Langkah silinder pneumatik tidak boleh lebih dari 2 m, sedangkan untuk silinder rodless jangan lebih dari 10 m. Akibat langkah yang panjang, tekanan mekanik batang piston dan bantalan menjadi terlalu besar. Untuk menghindari bahaya tekanan, diameter batang piston pada langkah yang panjang harus sedikit lebih besar.

Latihan

Silinder Kerja Tunggal

1. Sebutkan bagian-bagian silinder kerja tunggal, seperti pada gambar berikut!

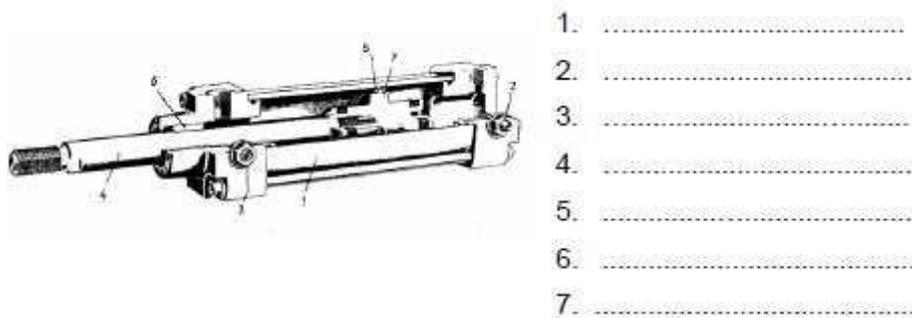


1.
2.
3.
4.
5.
6.

2. Lebih besar mana gaya yang dihasilkan silinder kerja tunggal pada saat maju atau mundur? Jelaskan !
3. Di mana silinder kerja tunggal digunakan?

Silinder Kerja Ganda

4. Sebutkan bagian-bagian silinder kerja ganda , seperti gambar berikut ini !



5. Bagaimana silinder dapat bergerak maju dan mundur ?

Karakteristik Silinder

6. Bandingkan gaya langkah mundur dengan gaya langkah maju pada silinder kerja ganda !
Mengapa demikian ?
7. Silinder dengan diameter piston 70 mm, mempunyai lubang masuk 9 mm, beban terpasang 60% beban penuh. Berapa m/det.-kah kecepatan gerak silinder.

BAB 2

KATUP PNEUMATIK

2.1. Katup Kontrol Arah (KKA)

Katup kontrol arah adalah bagian yang mempengaruhi jalannya aliran udara . Aliran udara akan lewat, terblokir atau membuang ke atmosfer tergantung dari lubang dan jalan aliran KKA tersebut. KKA digambarkan dengan jumlah lubang dan jumlah kotak. Lubang- lubang menunjukkan saluran -saluran udara dan jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi.

2.1.1. Simbol

Cara membaca simbol katup pneumatik sebagai berikut :

	Kotak menunjukkan posisi pensakelaran katup
	Jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi pensakelaran katup Contoh : - jumlah kotak 2 menunjukkan hanya 2 kemungkinan pensakelaran misal : posisi ON dan posisi OFF . - jumlah kotak 3 menunjukkan 3 kemungkinan pensakelaran misal : posisi 1 - 0 - 2
	Garis menunjukkan lintasan aliran. Panah menunjukkan arah aliran
	Garis blok menunjukkan aliran tertutup (terblokir)
	Garis diluar kotak menunjukkan saluran masukan dan keluaran, digambar di posisi awal

Simbol-simbol katup kontrol arah sebagai berikut :

SIMBOL	NAMA KATUP
	KKA 2/2 , N/C
	KKA 2/2 , N/O
	KKA 3/2 , N/C

	KKA 3/2 , N/O
	KKA 4/2
	KKA 5/2
	KKA 5/3 , posisi tengah tertutup

2.1.2. Penomoran Pada Lubang

Sistem penomoran yang digunakan untuk menandai KKA sesuai dengan DIN ISO 5599.

Sistem huruf terdahulu digunakan dan sistem penomoran dijelaskan sebagai berikut :

Lubang/Sambungan	DIN ISO 5599	Sistem Huruf
Lubang tekanan (masukan)	1	P
Lubang keluaran	2,4	B , A
Lubang pembuangan	3 (katup 3/2)	R (katup 3/2)
Lubang pembuangan	5 , 3 (katup 5/2)	R , S (katup 5/2)
Saluran pengaktifan :		
• membuka aliran 1 ke 2	12 (katup 3/2)	Z (katup 3/2)
• membuka aliran 1 ke 2	12 (katup 5/2)	Y (katup 5/2)
• membuka aliran 1 ke 4	14 (katup 5/2)	Z (katup 5/2)

2.1.3. Metode Pengaktifan

Metode pengaktifan KKA bergantung pada tugas yang diperlukan . Jenis pengaktifan bervariasi, seperti secara mekanis, pneumatis, elektris dan kombinasi dari semuanya. Simbol metode pengaktifan diuraikan dalam standar DIN 1219 berikut ini :

Jenis Pengaktifan	Keterangan
Mekanik :	
	Operasi tombol
	Tombol
	Operasi tuas
	Pedal kaki
	Pegas kembali
	Operasi rol
	Operasi rol, satu arah
Pneumatis	
	Pengaktifan langsung pneumatik
	Pengaktifan tidak langsung pneumatik (pilot / pemandu)
Listrik	
	Operasi dengan solenoid tunggal
	Operasi dengan solenoid ganda
Kombinasi	
	Solenoid ganda dan operasi pilot (pemandu) dengan tambahan manual

2.1.4. Konfigurasi dan Konstruksi

Perencanaan dikategorikan sebagai berikut :

- a. Katup duduk :
- Katup dengan kedudukan bola
 - Katup dengan kedudukan piringan
- b. Katup geser :
- Katup geser memanjang
 - Katup geser rata memanjang
 - Katup geser dengan piringan

2.1.4.1. Katup Duduk

Dengan katup duduk aliran terbuka dan tertutup dengan menggunakan bola, piringan dan kerucut. Kedudukan katup biasanya ditutupi dengan menggunakan penutup elastis. Kedudukan katup mempunyai sedikit bagian yang aktif dan karena itu ia mempunyai kelangsungan hidup yang lama. Katup ini *sangat peka sekali dan tidak tahan terhadap kotoran*. Bagaimanapun juga gaya aktuasinya relatif lebih besar seperti untuk menahan gaya pegas pengembali yang ada di dalam dan tekanan udara.

2.1.4.2. Katup Geser

Pada katup geser masing-masing sambungan dihubungkan bersama atau ditutup oleh kumparan geser, kumparan geser yang rata dan katup dengan piringan geser.

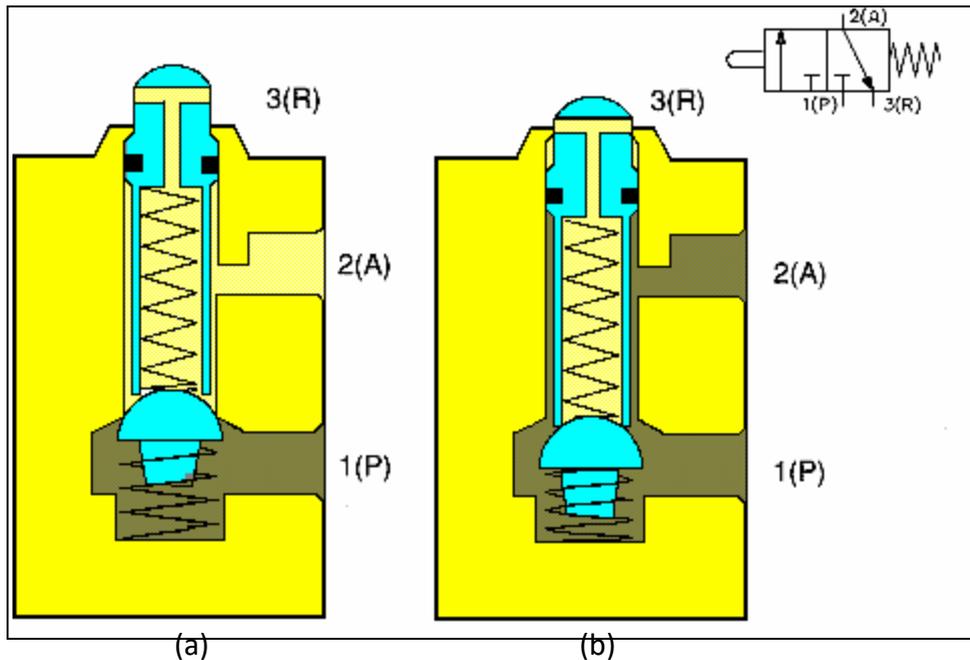
2.1.5. Jenis Katup KKA

2.1.5.1. Katup 3/2

Katup 3/2 adalah katup yang membangkitkan sinyal dengan sifat bahwa sebuah sinyal keluaran dapat dibangkitkan juga dapat dibatalkan/diputuskan. Katup 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi. Ada 2 konstruksi sambungan keluaran :

- posisi normal tertutup (N/C) artinya katup belum diaktifkan, pada lubang keluaran tidak ada aliran udara bertekanan yang keluar.
- posisi normal terbuka (N/O) artinya katup belum diaktifkan, pada lubang keluaran sudah ada aliran udara bertekanan yang keluar.

2.1.5.1.1. Katup 3/2 N/C , Bola Duduk

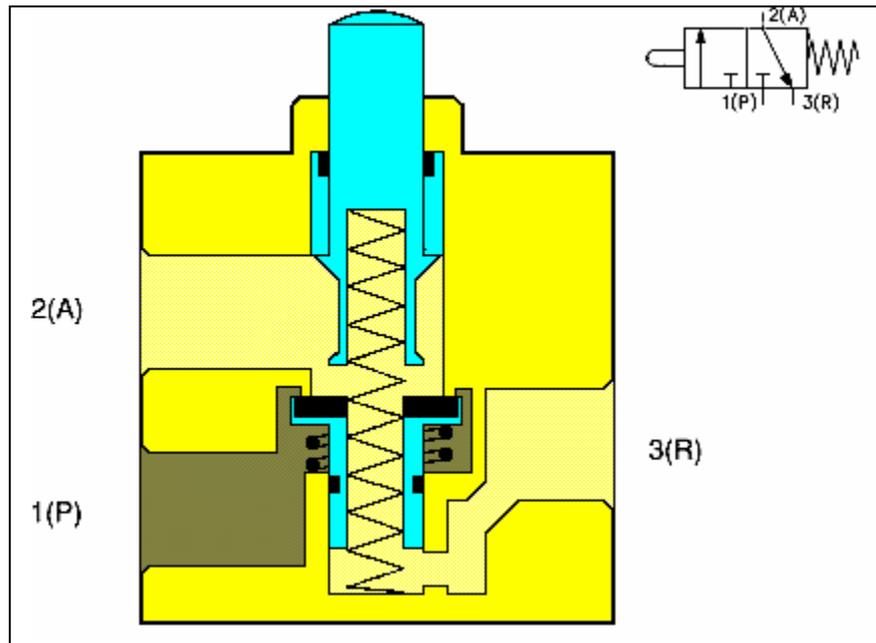


Gambar 2.1. (a) Katup dalam keadaan tidak aktif (b) Katup dalam keadaan aktif

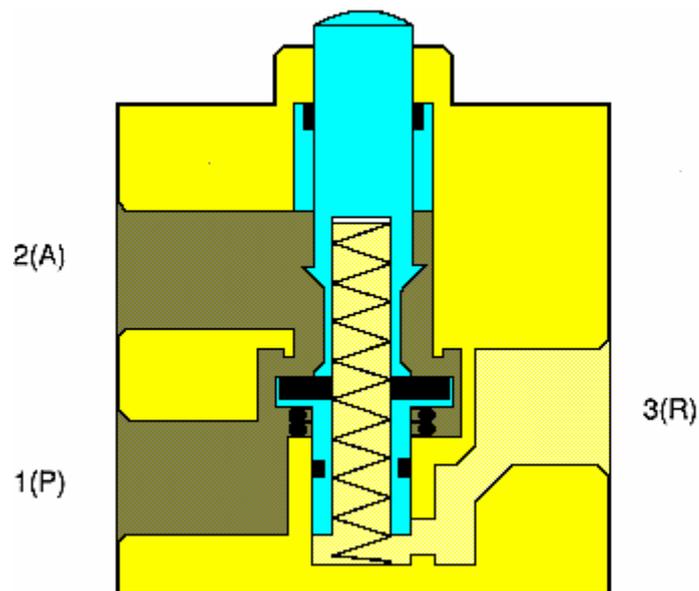
Hubungan posisi awal katup adalah lubang keluaran sinyal 2(A) terhubung dengan lubang pembuangan 3 (R). Gaya pegas mengembalikan sebuah bola pada kedudukan katup sehingga mencegah udara bertekanan mengalir dari lubang 1(P) ke lubang keluaran 2(A) . Dengan tertekannya tuas penekan katup menyebabkan bola duduk menerima gaya dan lepas dari kedudukannya. Dalam melakukan ini gaya tekan harus dapat melawan gaya pegas pengembali dan akhirnya udara bertekanan harus mengalir. Suplai udara bertekanan ke posisi keluaran katup dan sinyal dikeluarkan. Sekali tuas penekan dilepas lubang 1(P) tertutup dan lubang keluaran 2(A) terhubung ke lubang pembuangan 3(R) melalui tuas penekan sehingga sinyal dipindahkan.

Dalam hal ini katup dioperasikan secara manual atau mekanik. Untuk menggerakkan tuas katup sebagai tambahan pengaktifan bisa dipasang langsung pada kepala katup seperti tombol tekan, rol dan sebagainya. Gaya yang dibutuhkan untuk mengaktifkan tuas tergantung pada tekanan suplai gaya pegas pengembali dan kerugian gesekan dalam katup. Ukuran katup dan luas permukaan kedudukan katup harus lebih kecil untuk mendapatkan batasan gaya aktifnya yang kecil pula. Konstruksi katup bola duduk sangat sederhana dan oleh karena itu harganya relatif murah. Yang membedakan adalah ukuran yang sederhana dan praktis.

2.1.5.1.2. Katup 3/2 N/C , Dudukan Piring



Gambar 2.2. Katup 3/2 N/C, dalam keadaan tidak aktif

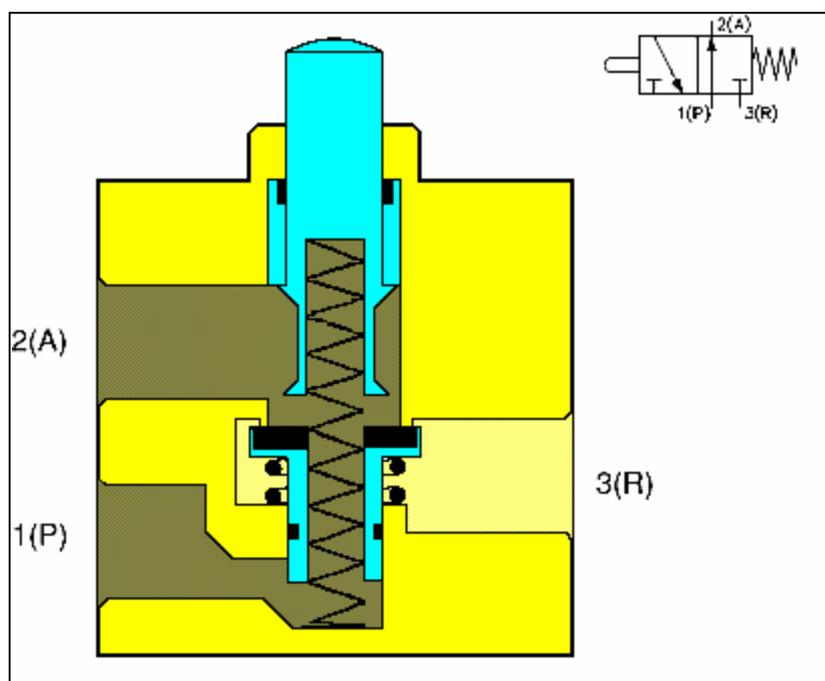


Gambar 2.3. Katup 3/2 N/C, dalam keadaan aktif

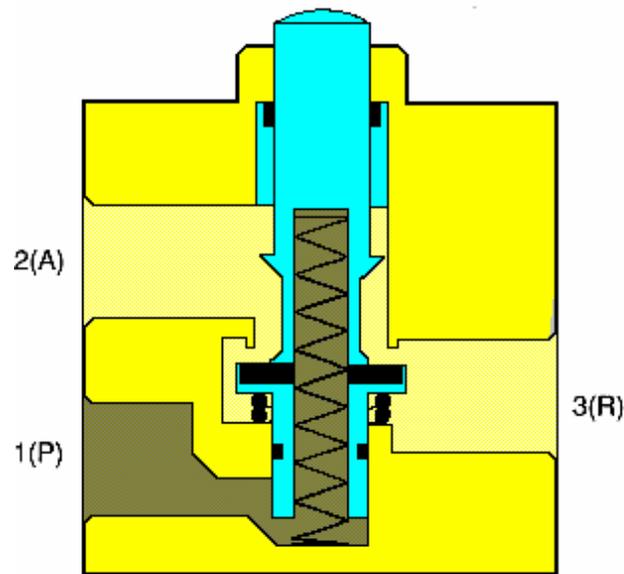
Katup yang ditunjukkan disini dikonstruksi pada prinsip dudukan piring. Karet sealnya sederhana tetapi efektif. Waktu reaksinya pendek dan gerakan sedikit pada permukaan yang luas cukup untuk mengalirkan udara. Sama juga dengan katup dudukan bola, katup ini sangat peka dan tidak tahan terhadap kotoran dan mempunyai kelangsungan hidup yang lama.

Katup jenis dudukan piring tunggal adalah jenis tanpa konflik sinyal. Jika dioperasikan dengan lambat tidak ada udara yang hilang. Dengan aktifnya tuas menyebabkan tertutupnya saluran udara dari lubang 2(A) ke lubang pembuangan 3(R). Selanjutnya dengan menekan tuas piring didorong dari dudukannya sehingga memperbolehkan udara bertekanan mengalir dari lubang masukan 1(P) ke lubang keluaran 2(A). Pengembalian ke posisi awal dilakukan oleh pegas pengembali. Dengan melepas tuas, lubang masukan 1(P) tertutup dan saluran keluaran terhubung ke atmosfer melalui lubang pembuangan 3(R).

2.1.5.1.3. Katup 3/2 N/O, Dudukan Piring



Gambar 2.4. Katup 3/2 N/O, dalam keadaan tidak aktif



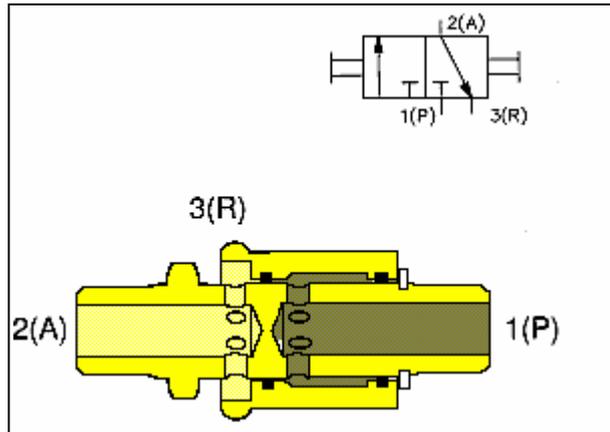
Gambar 2.5. Katup 3/2 N/O, dalam keadaan aktif

Sebuah katup 3/2 yang posisi normalnya terbuka mengalirkan udara dari lubang masukan 1(P) ke lubang keluaran 2(A), dinamakan katup normal terbuka (N/O). Posisi awal lubang masukan 1(P) tersambung ke lubang keluaran 2(A) melalui tangkai katup dan dudukan piringan menutup lubang ke pembuangan 3(R). Ketika tuas ditekan, udara dari lubang masukan 1(P) ditutup oleh tangkai duduk dan selanjutnya piringan tertekan sehingga lubang keluaran 2(A) terhubung ke atmosfer melalui lubang pembuangan 3(R). Ketika tuas dilepas, piston dengan dua karet seal pada kedudukannya dikembalikan ke posisi awal oleh pegas pengembali. Sekali lagi lubang pembuangan 3(R) tertutup dan udara mengalir dari lubang masukan 1(P) ke lubang keluaran 2(A).

Katup bisa diaktifkan secara manual, mekanik, listrik dan pneumatik. Perbedaan metode pengaktifan bisa diterapkan pada kebutuhan yang sesuai dengan aplikasi itu sendiri.

2.1.5.1.4. Katup 3/2 Geser Dengan Tangan (Hand Slide Valve)

Katup 3/2 geser dengan tangan digunakan untuk mensuplai udara dari sebuah leher pensuplai udara ke pemakai. Konstruksi katup ini sederhana dan difungsikan sebagai katup pemutus dan penghubung aliran udara. Bentuknya kompak dan mempunyai dua penahan untuk memegang katup pada kondisi terbuka atau tertutup. Dengan menggeser rumah luar katup saluran 1(P) terhubung ke saluran keluaran 2(A) pada satu posisi., sedangkan posisi yang lain saluran keluaran 2(A) terhubung ke saluran pembuangan 3(R) yang membuang udara dari rangkaian kerja ke atmosfer.



Gambar 2.6. Katup 3/2 Geser Dengan Tangan

2.1.5.1.5. Katup 3/2 Diaktifkan Secara Pneumatik

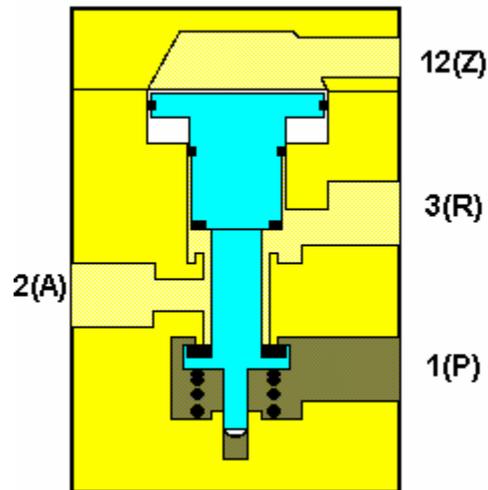
Katup 3/2 diaktifkan secara pneumatik, dioperasikan oleh sinyal udara pada lubang pengaktifan 12(Z), menggunakan udara dari luar sebagai pembantu. Ini digolongkan sebagai katup beroperasi dengan pilot tunggal, karena hanya ada satu sinyal kontrol dan katup mempunyai pegas pengembali.

2.1.5.1.5.1. Katup 3/2 Pilot Tunggal N/C

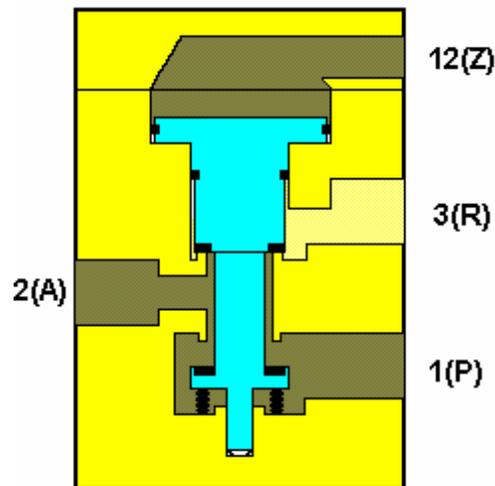
Pada posisi awal katup adalah normal tertutup karena saluran masukan 1(P) diblok oleh kedudukan piringan dan saluran keluaran 2(A) dibuang ke atmosfer. Katup yang diaktifkan secara pneumatik dapat dipakai sebagai sebuah elemen kontrol akhir dengan sistem kontrol tidak langsung.

Udara yang diberikan pada lubang pengaktifan 12(Z) menggerakkan tuas katup dan akibatnya pegas tertekan. Saluran masukan 1(P) dan saluran keluaran 2(A) mengeluarkan sinyal, sedangkan lubang pembuangan 3(R) terblok. Pada saat sinyal pada lubang 12(Z) dihentikan, tuas katup kembali ke posisi awal oleh gaya pegas pengembali. Piringan menutup sambungan antara saluran masukan 1(P) dan saluran keluaran 2(A), akibatnya udaranya ada dalam elemen kerja (silinder) dibuang ke saluran pembuangan 3(R) melalui saluran keluaran 2(A).

Konstruksi katup 3/2, pilot tunggal dengan posisi normal tertutup seperti pada gambar di bawah.



Gambar 2.7. Katup 3/2 Pilot Tunggal N/C, dalam keadaan tidak aktif



Gambar 2.8. Katup 3/2 Pilot Tunggal N/C, dalam keadaan aktif

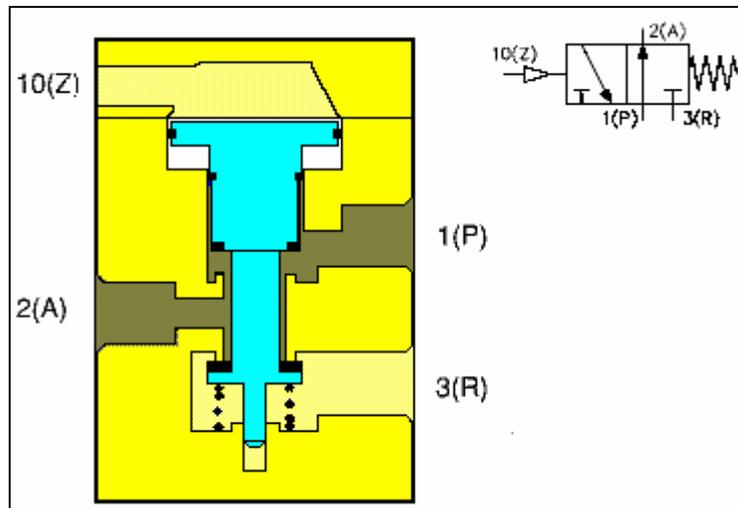
2.1.5.1.5.2. Katup 3/2 Pilot Tunggal N/O

Pada posisi awal katup adalah normal terbuka karena saluran masukan 1(P) terhubung dengan saluran keluaran 2(A).

Udara yang diberikan pada lubang pengaktifan 12(Z) menggerakkan tuas katup dan akibatnya pegas tertekan. Saluran masukan 1(P) terblok dan saluran keluaran 2(A) tidak mengeluarkan sinyal, sedangkan lubang pembuangan 3(R) terhubung dengan saluran keluaran 2(A) sehingga udara yang ada dalam elemen kerja (silinder) dibuang ke saluran pembuangan 3(R).

Pada saat sinyal pada lubang 12(Z) dihentikan , tuas katup kembali ke posisi awal oleh gaya pegas pengembali, sehingga aliran udara dari lubang 1(P) mengalir ke lubang 2(A)

Konstruksi katup 3/2, pilot tunggal dengan posisi normal terbuka seperti pada gambar di bawah.



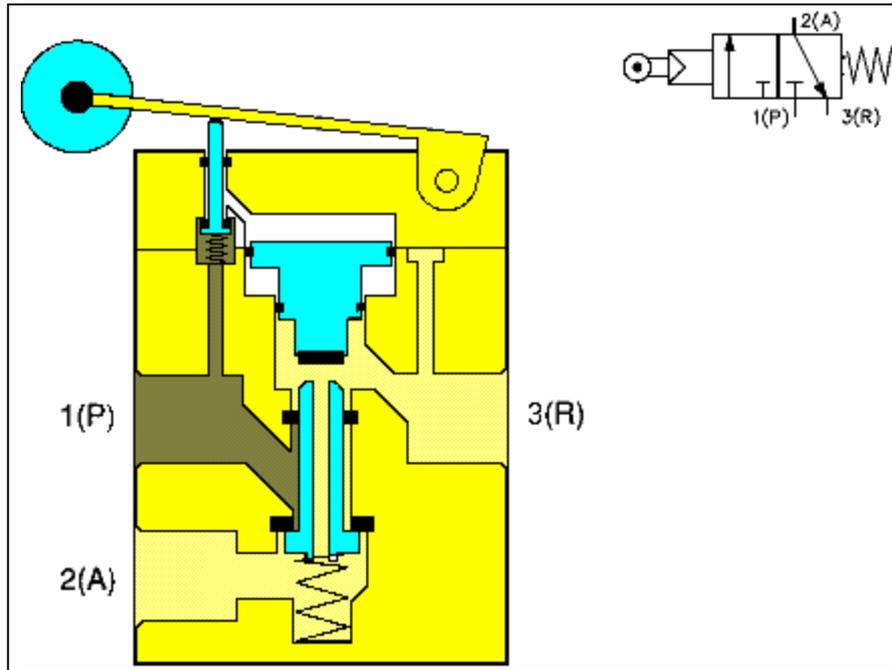
Gambar 2.9. Katup 3/2 Pilot Tunggal N/O, dalam keadaan tidak aktif

2.1.5.1.6. Katup 3/2 Dengan Tuas Rol

Untuk menahan gaya tekan pengaktifan yang tinggi, KKA yang diaktifkan secara mekanik bisa dilengkapi dengan katup pilot internal dan piston servo untuk membantu pembukaan katup. Gaya pengaktifan katup sering sebagai faktor penentu dalam aplikasinya. Bantuan servo memperbolehkan katup diaktifkan dengan gaya pengaktifan yang rendah, hal ini meningkatkan kepekaan dari sistem.

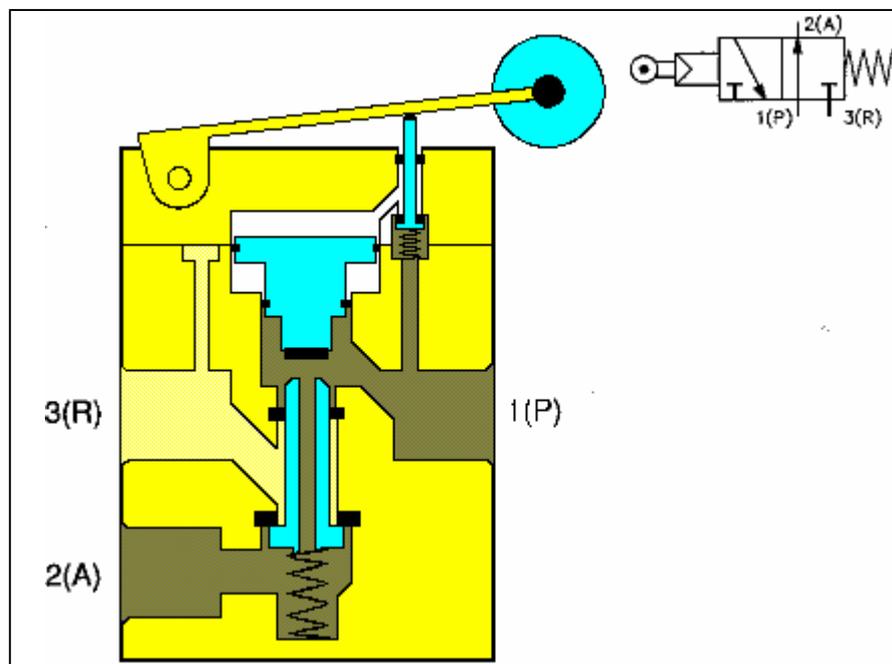
Sebuah lubang kecil menghubungkan saluran masukan 1(P) dengan katup pilot. Jika tuas rol diaktifkan katup pilot membuka . Udara bertekanan mengalir ke piston servo dan mengaktifkan piringan katup utama. Pada katup 3/2 dengan posisi normal tertutup, pengaruhnya adalah tertutupnya saluran keluaran 2(P) ke saluran pembuangan 3(R), diikuti oleh kedua kedudukan piringan membuka udara mengalir dari saluran 1(P) ke 2(A).

Konstruksi katup 3/2 normal tertutup (N/C) dengan tuas rol digambarkan seperti di bawah :



Gambar 2.10. Katup 3/2 , NC pengaktifan dengan tuas rol

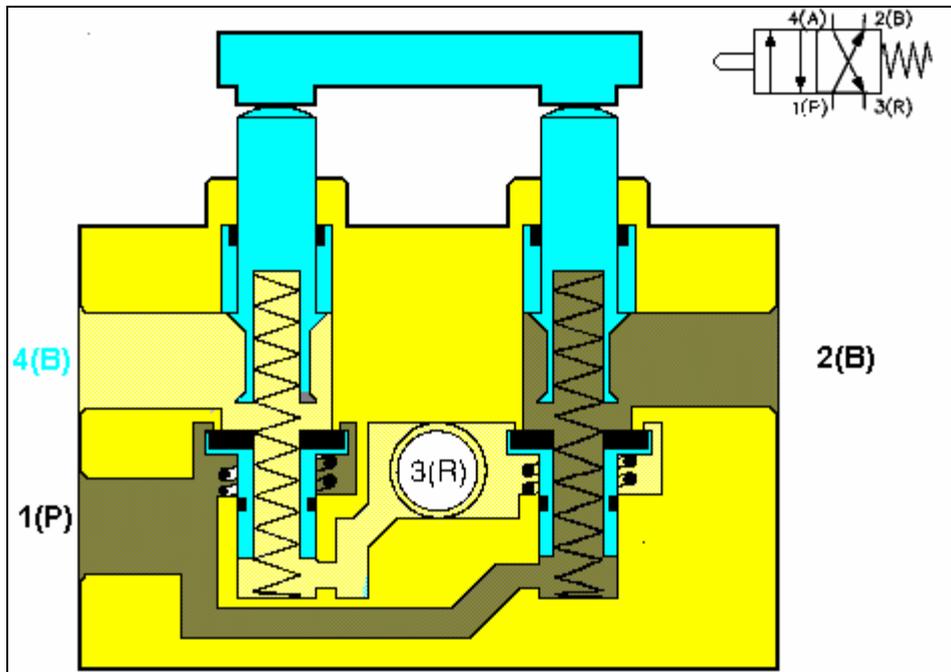
Jenis katup 3/2 normal terbuka dengan tuas rol diperlihatkan seperti pada gambar di bawah :



Gambar 2.11. Katup 3/2 , NO, pengaktifan dengan rol

2.1.5.2. Katup 4/2

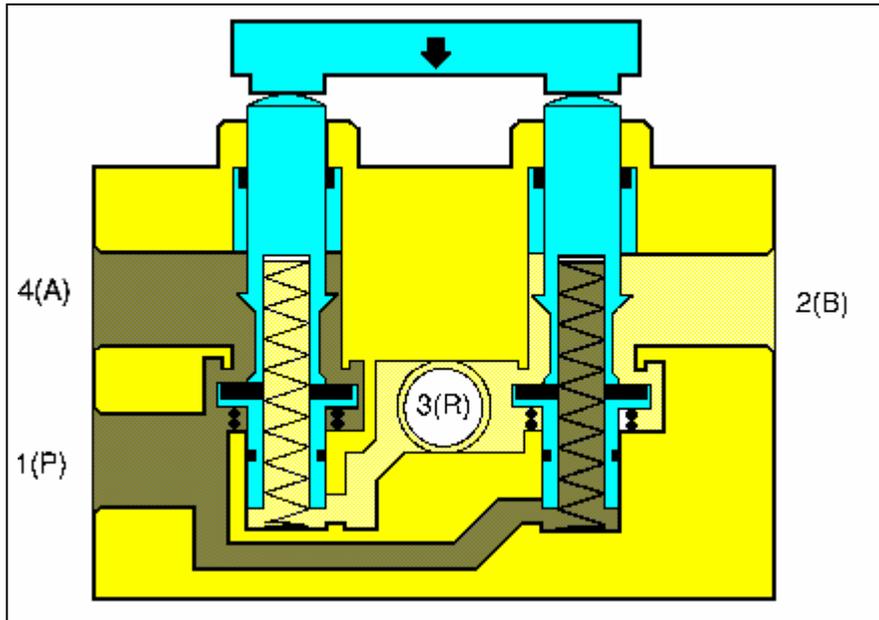
Katup 4/2 mempunyai 4 lubang dan 2 posisi kontak. Sebuah katup 4/2 dengan kedudukan piringan adalah sama konstruksi dengan kombinasi gabungan dua katup 3/2 : satu katup N/C dan satu katup N/O. Konstruksi katup 4/2 dengan posisi awal (tidak tertekan) seperti pada gambar di bawah :



Gambar 2.12. Katup 4/2 dudukan piringan, dalam keadaan tidak aktif

Jika dua tuas diaktifkan secara bersamaan, saluran 1(P) ke 2(B) dan 4(A) ke 3(R) ditutup oleh gerakan pertama. Dengan menekan tuas katup selanjutnya piringan melawan gaya pegas pengembali , aliran antara saluran 1(P) ke 4(A) dan 2(B) ke 3(R) terbuka. Tuas katup bisa dioperasikan dengan menambah pada bagian puncak tuas dengan lengan rol atau tombol tekan.

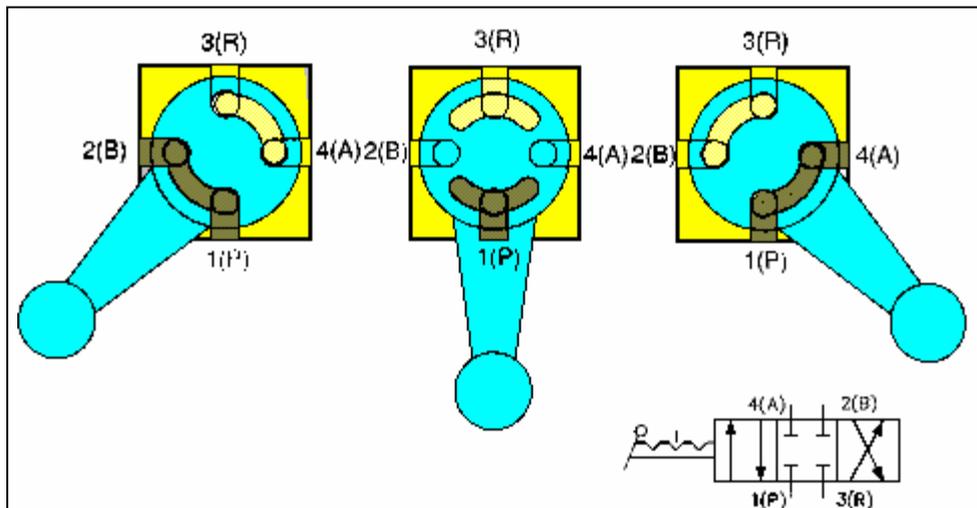
Katup 4/2 dudukan piringan, tertekan diperlihatkan seperti pada gambar di bawah :



Gambar 2.13. Katup 4/2 dudukan piringan , dalam keadaan aktif

2.1.5.3. Katup 4/3

Katup 4/3 mempunyai 4 lubang dan 3 posisi kontak. Contoh katup ini adalah katup geser pelat dengan pengaktifan tangan. Konstruksi katup diperlihatkan seperti pada gambar di bawah :



Gambar 2.14. Katup 4/3 , plat geser dengan posisi tengah tertutup

Pada saat posisi normal (pegangan di tengah), semua lubang terblokir. Pada saat aktif, kanal-kanal sirkulasi akan saling berhubungan dengan berputarnya dua piringan. Jika pegangan diputar ke kanan, aliran dari 1(P) ke 4(A) dan 2(B) ke 3(R) terbuka. Sedangkan jika pegangan diputar ke kiri, aliran dari 1(P) ke 2(B) dan 4(A) ke 3(R) terbuka.

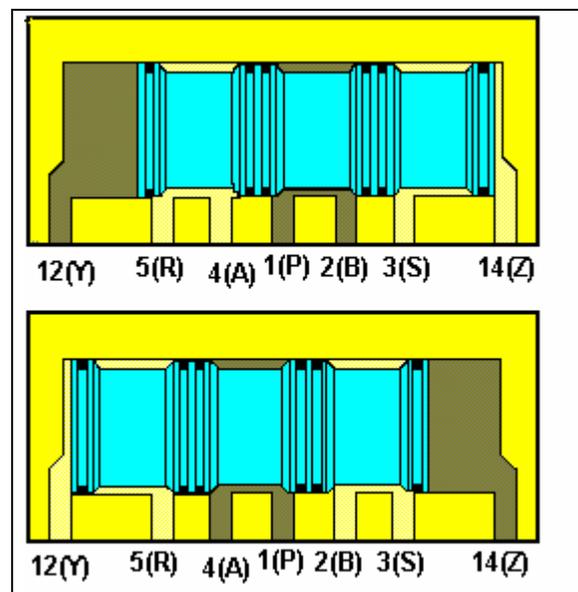
2.1.5.4. Katup 5/2

Katup 5/2 mempunyai 5 lubang dan 2 posisi kontak. Katup ini dipakai sebagai elemen kontrol akhir untuk menggerakkan silinder. Katup geser memanjang adalah contoh katup 5/2. Sebagai elemen kontrol, katup ini memiliki sebuah piston kontrol yang dengan gerakan horisontalnya menghubungkan atau memisahkan saluran yang sesuai. Tenaga pengoperasiannya adalah kecil sebab tidak ada tekanan udara atau tekanan pegas yang harus diatasi (prinsip dudukan bola atau dudukan piring).

Pada katup geser memanjang semua cara pengaktifan manual, mekanis, elektris atau pneumatis adalah mungkin. Juga untuk pengembalian katup ke posisi awal, dapat digunakan cara-cara pengaktifan ini. Jalan pengaktifan jauh lebih panjang dari pada katup duduk. Dalam memasang katup geser, perapatan menjadi masalah . Perapatan yang sudah dikenal dalam hidrolik : “Logam pada logam“ memerlukan pengepasan piston geser secara tepat ke dalam rumahnya.

Pada katup pneumatik, jarak antara dudukan dan rumahnya tidak boleh lebih dari 0,002 - 0,004 mm, kalau tidak kerugian kebocoran akan menjadi lebih besar. Untuk menghemat biaya pemasangan yang mahal, dudukan sering memakai seal jenis O. Untuk menjaga kerusakan seal, lubang sambungan bisa ditempatkan di sekitar keliling rumah dudukan.

Contoh katup 5/2 , prinsip geser mendatar sebagai berikut :

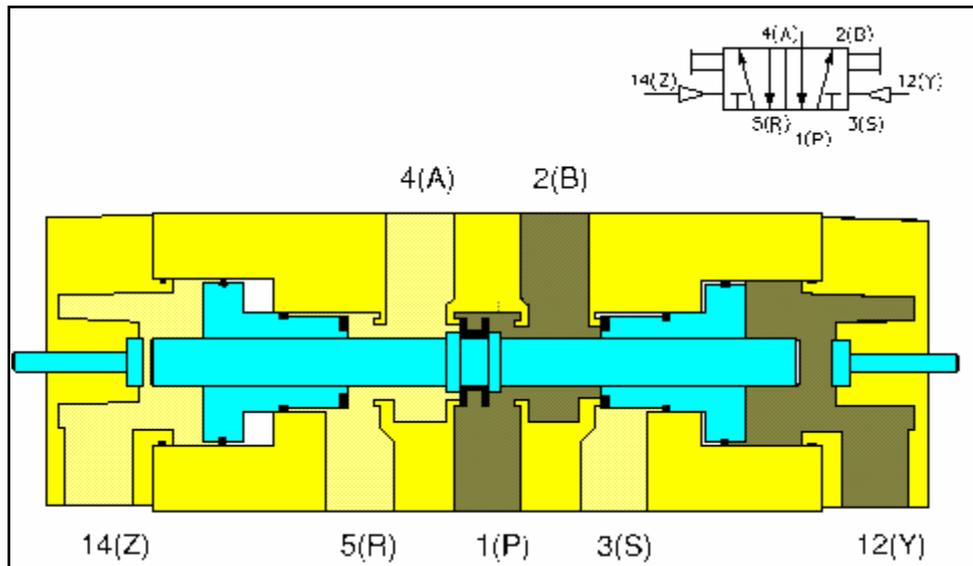


Gambar 2.15. Katup 5/2 , Prinsip Geser Mendatar

Metode lain dari seal adalah menggunakan sebuah dudukan piring penutup dengan gerakan memutus-menghubung relatif kecil. Dudukan piringan seal menyambung saluran

masuk ke saluran keluaran 2(B) atau 4(A). Seal kedua pada kumparan piston menghubungkan saluran pembuangan ke lubang pembuangan. Ada tombol manual yang menumpang pada setiap akhir dari pengoperasian katup secara manual. Katup 5/2 dengan pilot udara ganda mempunyai sifat memori kontrol. Posisi pensakelaran terakhir dipertahankan sampai posisi pensakelaran baru diawali oleh sinyal pilot pada sisi yang berlawanan dari sinyal terakhir. Posisi yang baru ini disimpan sampai sinyal yang lain diberikan.

Konstruksi katup 5/2 dengan piringan seperti gambar berikut :



Gambar 2.16. Katup 5/2, Dudukan Piringan

2.1.6. Pemasangan Katup

2.1.6.1. Pemasangan Katup Dengan Tuas Rol

Keandalan sebuah pengontrolan bertahap sangat bergantung pada pemasangan katup batas (limit switch) yang benar. Untuk semua perencanaan pemasangan katup batas harus bisa diatur posisi kedudukan dengan mudah agar supaya mendapatkan keserasian koordinasi gerakan silinder dalam urutan kontrol.

2.1.6.2. Penempatan Katup

Pemilihan katup yang cermat, penempatan yang benar adalah sebagai salah satu persyaratan lanjutan, untuk keandalan sifat pensakelaran harus bebas gangguan pengoperasiannya, hal ini memberikan kemudahan untuk mereparasi dan memelihara. Pemakaian ini pada katup-katup dalam bagian daya dan katup-katup dalam bagian kontrol.

Katup yang diaktifkan secara manual untuk sinyal masukan pada umumnya ditempatkan pada panel kontrol atau meja kontrol. Maka dari itu praktis dan tepat sekali untuk memakai katup-katup dengan pengaktifan yang bisa ditempatkan pada katup dasar. Variasi pengaktifan tersedia untuk macam yang luas dari fungsi masukan.

Penempatan katup kontrol harus bisa diambil dengan mudah untuk mereparasi, mengeluarkan atau memodifikasi kerjanya. Penomoran komponen dan pemakai indikator sebagai penunjuk untuk sinyal kontrol merupakan hal yang paling penting guna untuk mengurangi waktu tunda dan memudahkan pencarian kesalahan.

Katup-katup daya mempunyai tugas pengaktifan pneumatik untuk mengatur sesuai dengan urutan tahapan kontrol yang telah ditentukan. Persyaratan dasar untuk katup daya adalah untuk membolehkan membalik aliran udara ke silinder begitu sinyal kontrol telah diberikan. Katup daya sebaiknya ditempatkan sedekat mungkin dengan silinder. Agar supaya panjang saluran bisa diperpendek dan juga waktu pensakelaran seideal dan sependek mungkin. Katup daya bisa ditempatkan langsung ke pengatur. Sebagai keuntungan tambahan adalah bahwa penyambung, slang dan waktu pemasangan bisa dihemat.

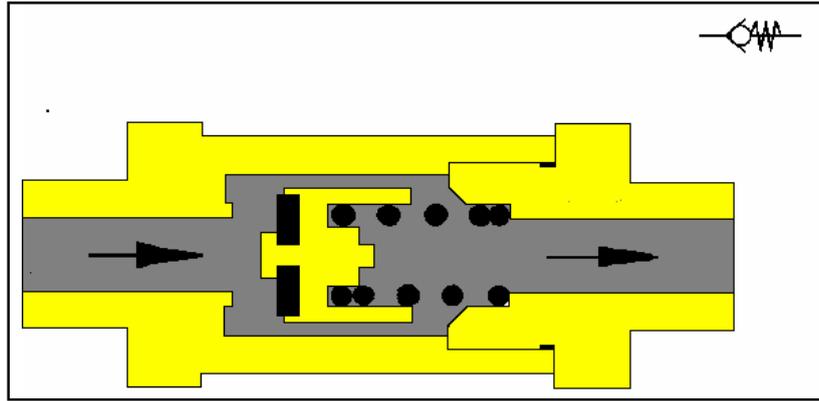
2.2. Katup Satu Arah

Katup satu arah adalah bagian yang menutup aliran ke satu arah dan melewatkannya ke arah yang berlawanan. Tekanan pada sisi aliran membebani bagian yang menutup dan dengan demikian meningkatkan daya perapatan katup.

Ada banyak variasi dalam ukuran dan konstruksi dikembangkan dari katup satu arah. Disamping itu katup satu arah dengan fungsi elemen yang lain membentuk elemen yang terpadu, seperti katup kontrol aliran satu arah, katup buangan cepat, katup fungsi "DAN", katup fungsi "ATAU".

2.2.1. Katup Cek (Check Valves)

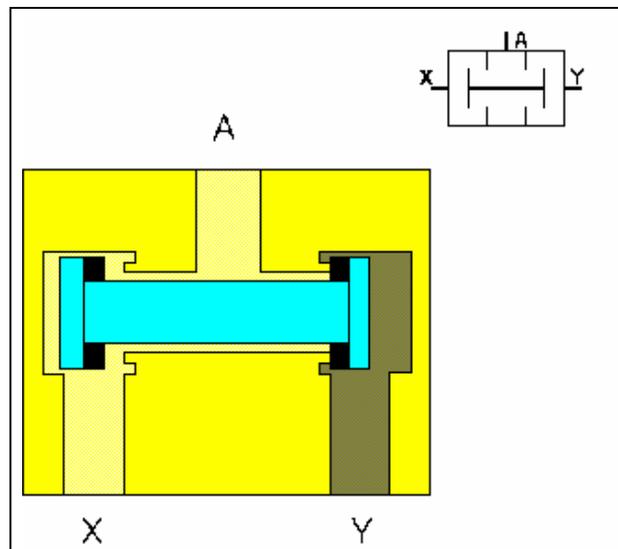
Katup satu arah dapat menutup aliran secara sempurna pada satu arah. Pada arah yang berlawanan, udara mengalir bebas dengan kerugian tekanan seminimal mungkin. Pemblokiran ke satu arah dapat dilakukan dengan konis (cones), bola, pelat atau membran.



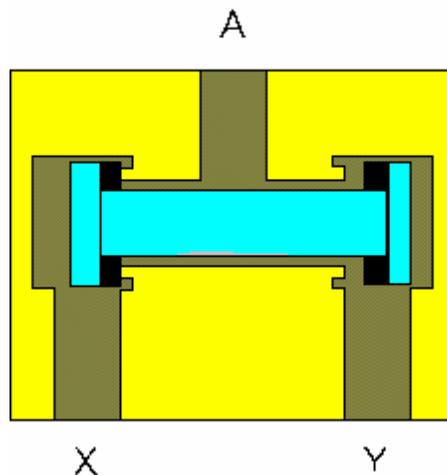
Gambar 2.17. Katup Cek

2.2.2. Katup Dua Tekanan / Katup Fungsi “ DAN “ (Two Pressure Valves)

Elemen-elemen pada 3 saluran penghubung yang mempunyai sifat satu arah dapat dipasang sebagai elemen penghubung sesuai arah aliran udara. Dua katup yang ditandai sebagai elemen penghubung mempunyai karakteristik logika yang ditentukan melalui dua sinyal masukan dan satu keluaran. Salah satu katup yang membutuhkan dua sinyal masukan untuk menghasilkan sinyal keluaran adalah katup dua tekanan (*Two Pressure Valves*) atau katup fungsi “DAN”.

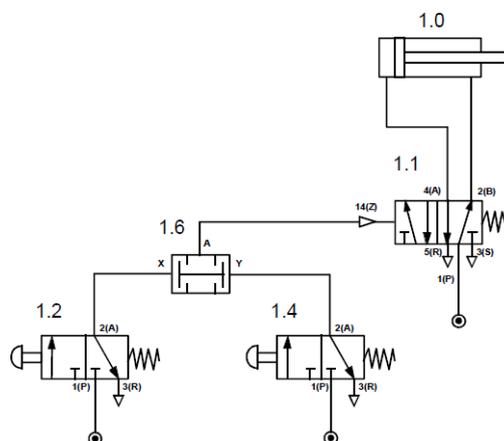


Gambar 2.18. Katup Fungsi “DAN” dengan input pada Y



Gambar 2.19. Katup Fungsi “DAN” dengan input pada X dan Y

Udara bertekanan hanya mengalir jika ke dua lubang masukan diberi sinyal. Satu sinyal masukan memblokir aliran. Jika sinyal diberikan ke dua sisi masukan (X dan Y), sinyal akan lewat ke luar. Jika sinyal masukan berbeda tekanannya, maka sinyal dengan tekanan yang lebih besar memblokir katup dan sinyal dengan tekanan yang lebih kecil yang mengalir ke luar sebagai sinyal keluaran. Katup dua tekanan pada umumnya digunakan untuk kontrol pengunci, kontrol pengaman, fungsi cek dan fungsi logika.

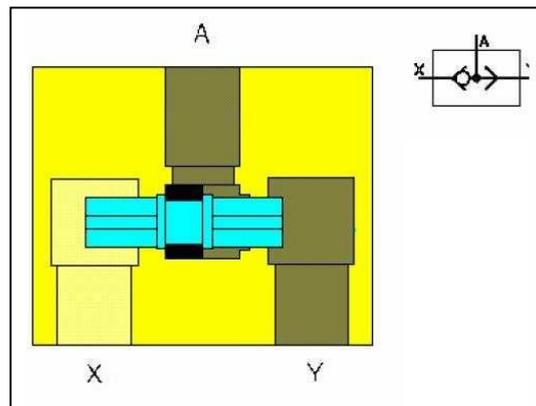


Gambar 2.20. Rangkaian katup fungsi “DAN”

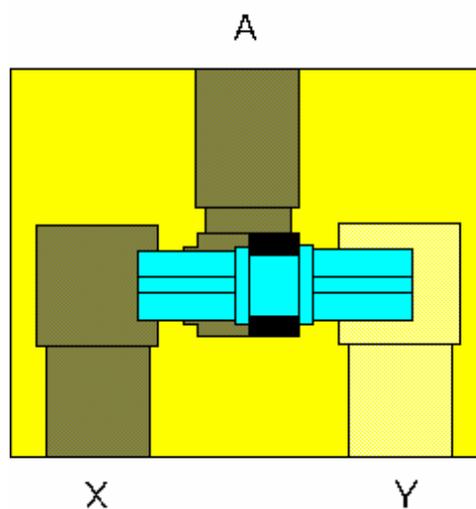
2.2.3. Katup Ganti / Katup Fungsi “ATAU” (Shuttle Valve)

Katup ini mempunyai dua masukan dan satu keluaran. Jika udara dialirkan melalui lubang pertama (Y), maka kedudukan seal katup menutup lubang masukan yang lain sehingga sinyal dilewatkan ke lubang keluaran (A). Ketika arah aliran udara dibalik (dari A

ke Y), silinder atau katup terhubung ke pembuangan. Kedudukan seal tetap pada posisi sebelumnya karena kondisi tekanan.



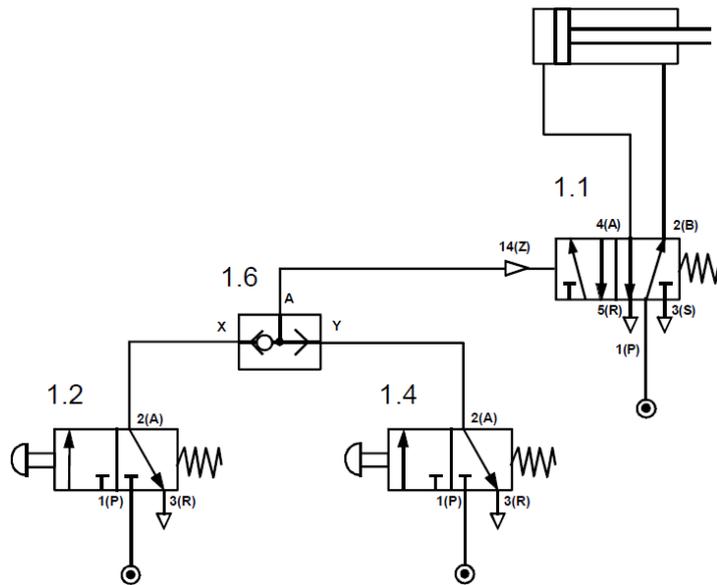
Gambar 2.21. Katup Fungsi “ATAU” dengan input pada Y



Gambar 2.22. Katup Fungsi “ATAU” dengan input pada X

Katup ini disebut juga komponen fungsi “ATAU”. Jika silinder atau katup kontrol dioperasikan dari dua tempat atau lebih, katup ganti bisa digunakan.

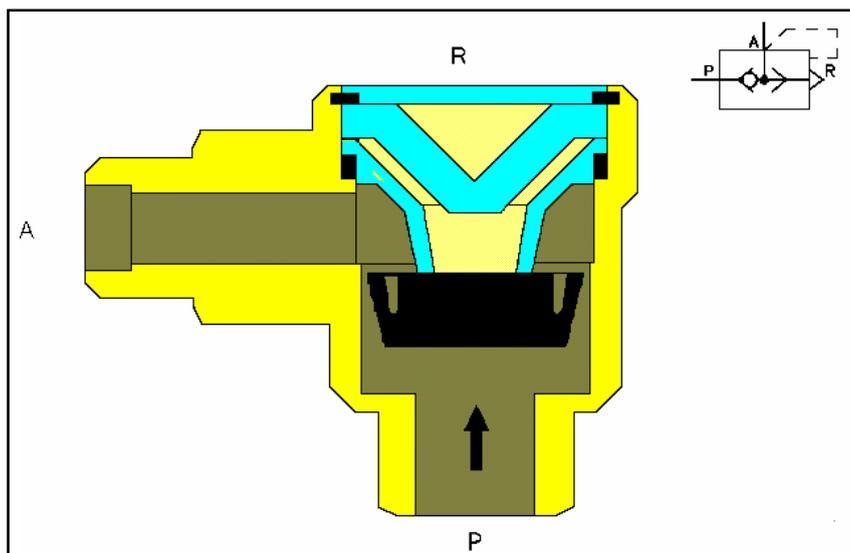
Pada contoh berikut menunjukkan sebuah silinder yang diaktifkan dengan menggunakan sebuah katup yang dioperasikan dengan tangan dan lainnya dipasang pada posisi yang berjauhan.



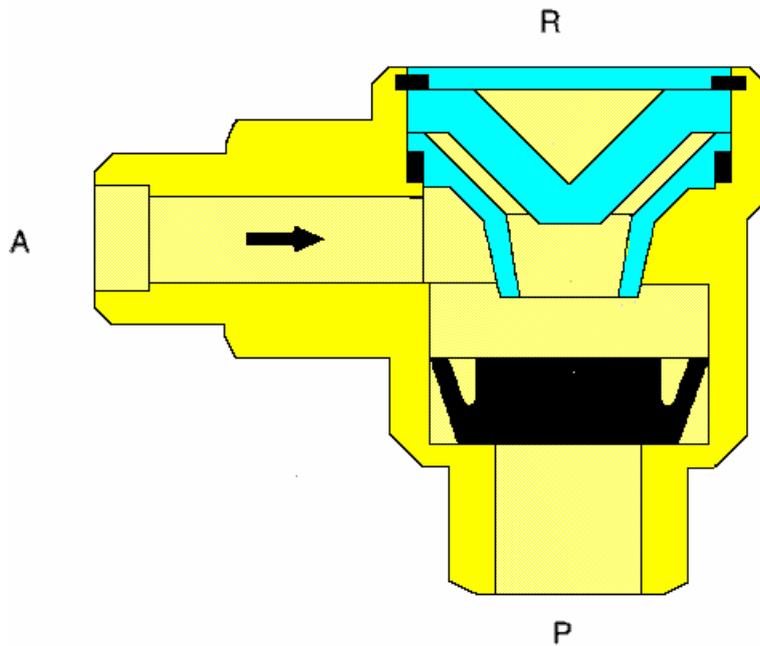
Gambar 2.23. Rangkaian katup fungsi “ATAU”

2.2.4. Katup Buangan-Cepat (Quick Exhaust Valve)

Katup buangan-cepat digunakan untuk meningkatkan kecepatan silinder. Prinsip kerja silinder dapat maju atau mundur sampai mencapai kecepatan maksimum dengan jalan memotong jalan pembuangan udara ke atmosfer. Dengan menggunakan katup buangan cepat, udara pembuangan dari silinder keluar lewat lubang besar katup tersebut.



Gambar 2.24. Katup buangan cepat, udara mengalir ke silinder

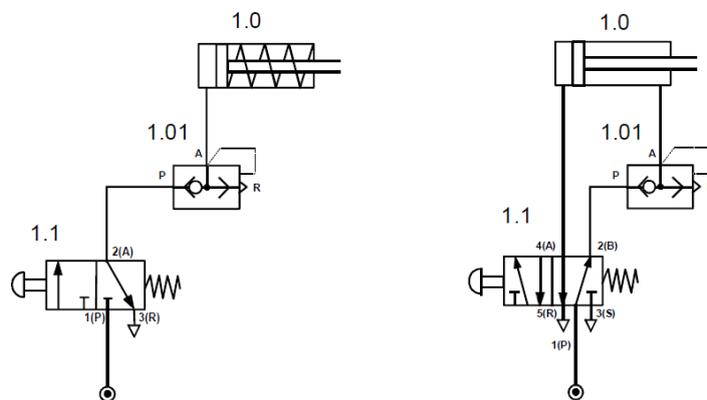


Gambar 2.25. Katup buangan-cepat, udara pemuangan dari silinder

Katup buangan cepat mempunyai sambungan udara masuk P, keluaran A dan lubang pemuangan R. Aliran udara masuk lewat P dan keluar bebas melalui terbukanya komponen katup cek. Lubang R terblokir oleh piringan .

Jika udara disuplai dari lubang A, piringan akan menutup lubang P dan udara keluar ke atmosfer lewat lubang R. Peningkatan kecepatan tersebut dibandingkan dengan pemuangan udara lewat katup kontrol akhir. Cara tersebut mudah dilaksanakan dengan jalan memasang katup buangan-cepat langsung pada silinder atau sedekat mungkin dengan silinder.

Gambar 2.26. Rangkaian dengan katup buangan-cepat

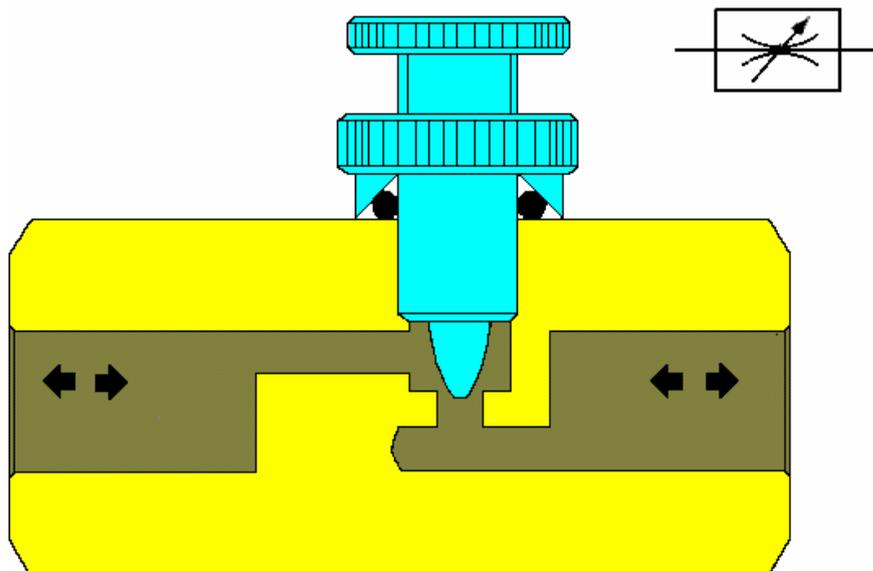


2.3. Katup Kontrol Aliran

Katup kontrol aliran mempengaruhi volume aliran udara bertekanan yang keluar pada dua arah. Bila katup cek dipasang bersama-sama dengan katup ini, maka pengaruh kontrol kecepatan hanya pada satu arah saja. Gabungan katup ini dapat dipasang langsung pada lubang masukan atau keluaran silinder atau pada lubang pembuangan katup kontrol arah.

2.3.1. Katup Cekik , Dua Arah (Throttle Valves)

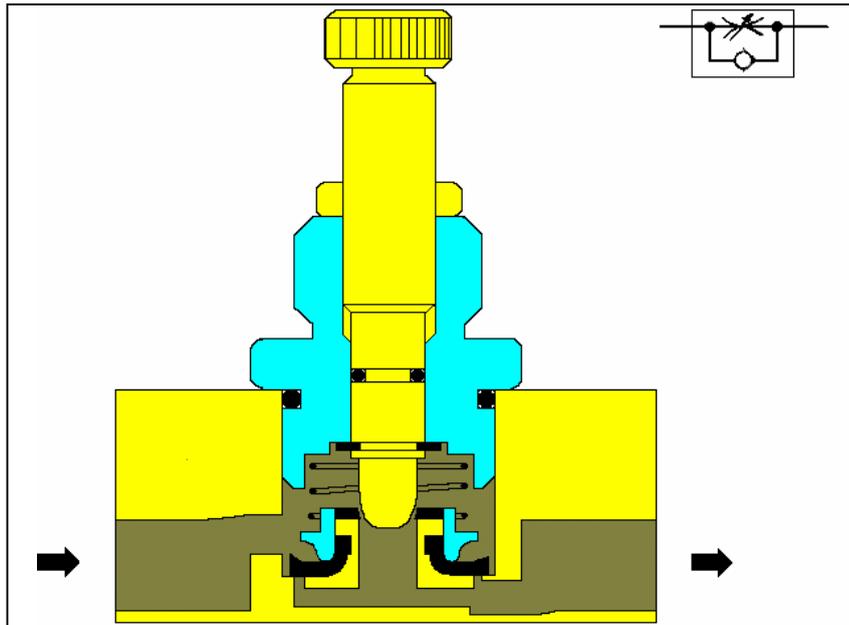
Katup cekik pada keadaan normal dapat diatur dan pengesetannya dapat dikunci pada posisi yang diinginkan. Karena sifat udara yang kompresibel, karakteristik gerakan silinder tergantung dari beban dan tekanan udara. Oleh karena itu katup kontrol aliran digunakan untuk mengontrol kecepatan silinder dengan berbagai harga yang bervariasi. Hati-hati agar tidak menutup katup ini penuh, karena akan menutup udara ke sistem.



Gambar 2.27. Katup Cekik

2.3.2. Katup Kontrol Aliran, Satu Arah

Dengan konstruksi katup seperti ini, aliran udara lewat pengecilan (penyempitan) hanya satu arah saja. Blok katup cek akan memblokir aliran udara, sehingga aliran udara hanya lewat pengecilan. Pada arah yang berlawanan udara bebas mengalir lewat katup cek. Katup ini digunakan untuk mengatur kecepatan silinder.



Gambar 2.28. Katup Kontrol Aliran, Satu Arah

Ada dua jenis rangkaian pengecikan aliran udara untuk silinder kerja ganda :

- Pengecikan udara masukan.
- Pengecikan udara buangan.

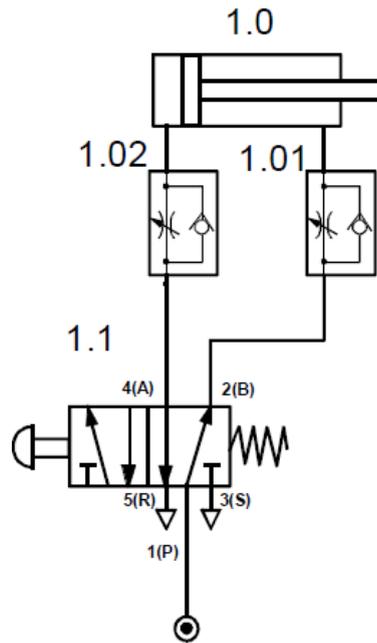
2.3.2.1. Pengecikan Udara Masukan

Pada pengecikan udara masukan, katup kontrol aliran satu arah dipasang sedemikian rupa sehingga udara yang masuk silinder dicekik. Udara pembuangan bisa keluar dengan bebas melalui katup satu arah yang dipasang pada sisi keluaran silinder. Perubahan pergeseran beban ketika melewati sebuah katup pembatas, menunjukkan ketidakaturan yang besar dalam pemberian kecepatan, jika udara masukan diperkecil.

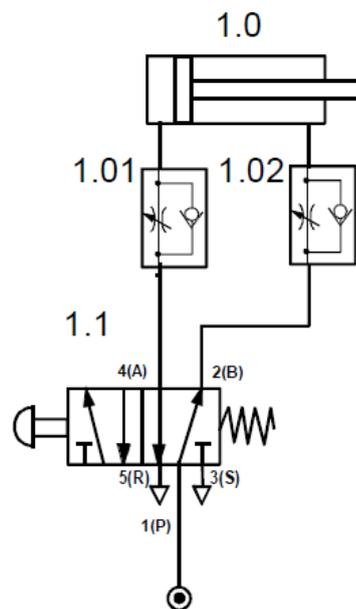
Pengecikan udara masukan dapat digunakan pada silinder kerja tunggal dan dansilinder dengan volume kecil.

2.3.2.2. Pengecikan Udara Keluaran

Dengan pengecikan udara buangan, udara masukan mengalir dengan bebas ke silinder dan udara buangan dicekik. Dalam hal ini piston dibebani antara dua pengereman. Pertama, efek pengereman adalah tekanan masukan pada silinder dan yang kedua adalah udara buangan yang ditahan oleh katup kontrol aliran satu arah. Pengecikan udara buangan digunakan untuk mengatur kecepatan silinder kerja ganda.



Gambar 2.29. Pencekikan udara masukan



Gambar 2.30. Pencekikan udara keluaran

2.4. Katup Tekanan

2.4.1. Macam-Macam Katup Tekanan

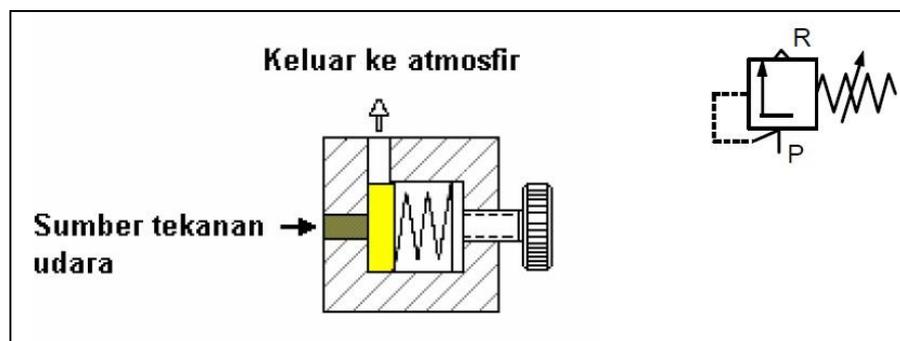
Katup tekanan adalah elemen yang sangat mempengaruhi tekanan atau dikontrol oleh besarnya tekanan. Katup tekanan dapat dibagi dalam 3 kelompok sebagai berikut :

- Katup pengatur tekanan (*Pressure Regulating Valve*)

- Katup pembatas tekanan (*Pressure Limiting Valve*)
- Katup sakelar tekanan (*Sequence Valve*)

2.4.2. Katup Pembatas Tekanan

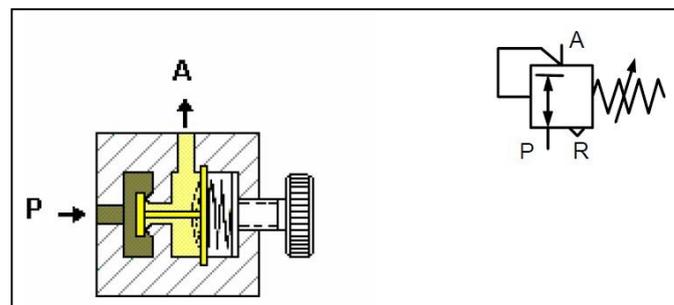
Katup ini terutama dipakai sebagai katup pengaman (katup tekanan lebih). Katup ini mencegah terlampauinya tekanan maksimal yang ditolerir dalam sistem. Apabila nilai dalam tekanan maksimal tercapai pada lubang masukan, maka lubang keluaran pada katup akan terbuka dan udara bertekanan dibuang ke atmosfer. Katup tetap terbuka sampai katup ditutup oleh gaya pegas di dalam setelah mencapai tekanan kerja yang diinginkan.



Gambar 2.31. Katup Pembatas Tekanan

2.4.3. Katup Pengatur Tekanan

Katup pengatur tekanan diuraikan di bagian perlengkapan pemeliharaan udara (Servis Unit). Yang penting dari unit ini adalah untuk menjaga tekanan yang stabil, walaupun dengan tekanan masukan yang berubah-ubah. Tekanan masukan harus lebih besar daripada tekanan keluaran yang diinginkan.

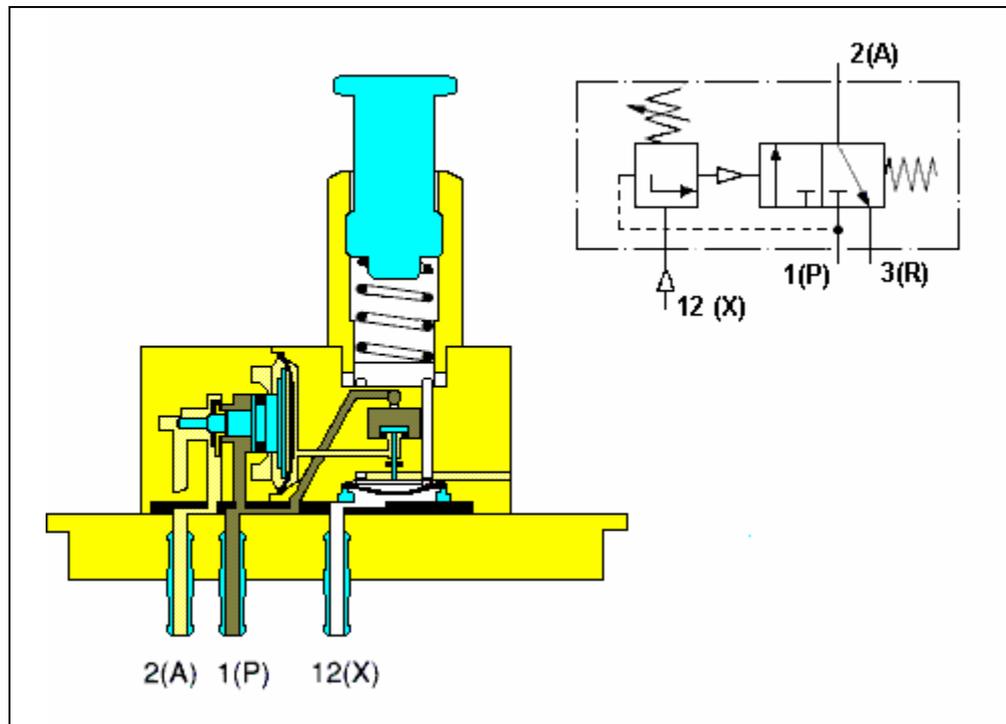


Gambar 2.32. Katup Pengatur Tekanan

2.4.4. Katup Sakelar Tekanan

Katup ini bekerja sesuai dengan prinsip yang sama seperti katup pembatas tekanan. Katup akan terbuka apabila tekanan yang diatur pada pegas terlampaui. Udara mengalir dari

1(P) ke 2(A). Lubang keluaran 2(A) terbuka apabila sudah terbentuk tekanan yang diatur pada saluran kontrol 12(X). Piston kontrol membuka jalur 1(P) ke 2(A).



Gambar 2.33. Katup Sakelar Tekanan

2.5. Katup Tunda Waktu

2.5.1. Macam-Macam Katup Tunda Waktu

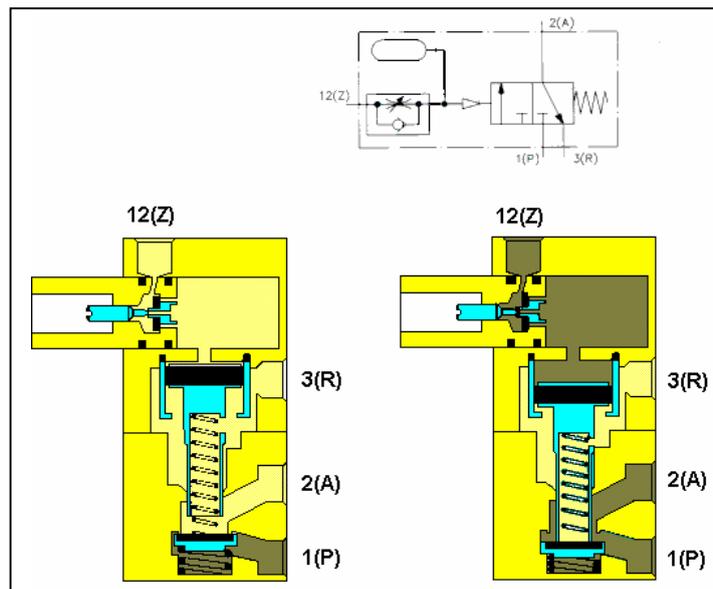
Katup tunda waktu adalah kombinasi/gabungan dari katup 3/2, katup kontrol aliran satu arah, dan tangki udara. Katup 3/2 dapat sebagai katup dengan posisi normal membuka (NO) atau menutup (NC). Jika hanya menggunakan katup 3/2 dan katup kontrol aliran satu arah, tunda waktunya biasanya berkisar antara 0-30 detik. Dengan menggunakan tambahan tangki udara, waktu dapat diperlambat. Perubahan waktu secara akurat dijamin, jika udara bersih dan tekanan relatif stabil.

2.5.1.1. Katup Tunda Waktu NC

Berdasarkan gambar diagram dibawah, udara bertekanan dimasukkan ke katup pada saluran 1(P). Aliran udara kontrol masuk katup pada saluran 12(Z). Udara ini akan mengalir melalui katup kontrol aliran satu arah dan tergantung pada setting sekrup pencekik, lebih besar atau lebih kecil dari jumlah aliran udara setiap unit waktunya ke dalam tangki udara. Ketika tekanan kontrol yang diperlukan telah terpenuhi di dalam tangki udara, bantalan

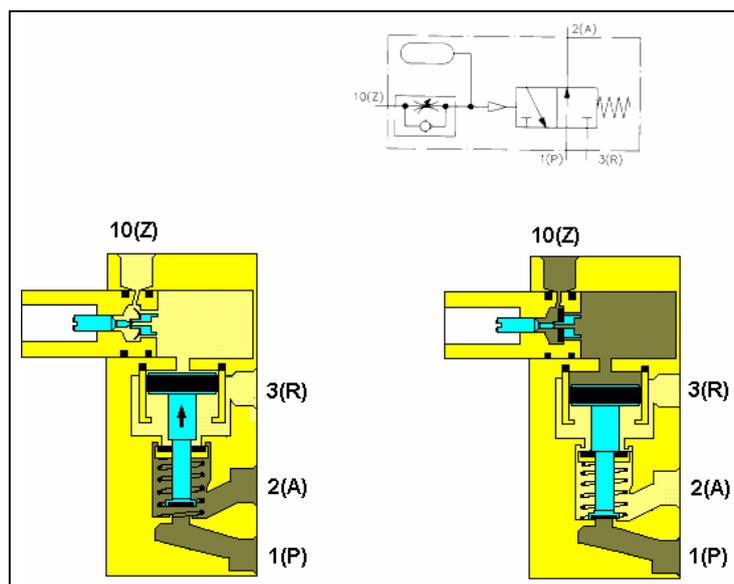
pemandu katup 3/2 digerakkan turun ke bawah. Hal ini akan memblok saluran 2(A) ke 3(R). Piringan katup diangkat dari kedudukan semula dan kemudian udara dapat mengalir dari 1(P) ke 2(A). Waktu yang diperlukan untuk tekanan mencapai nominal dalam tangki udara adalah sama dengan waktu tunda kontrol pada katup.

Jika katup tunda waktu adalah menghubungkan ke posisi inisialnya, jalur pilot 12(Z) harus dibuang. Udara mengalir dari tangki udara ke atmosfer melalui jalan pintas katup kontrol aliran satu arah dan kemudian ke jalur pembuangan. Pegas katup mengembalikan bantalan pemandu dan piringan katup ke posisi inisialnya. Jalur kerja 2(A) membuang ke 3(R) dan 1(P) terblok.



Gambar 2.34. Katup Tunda Waktu NC

2.5.1.2. Katup Tunda Waktu NO

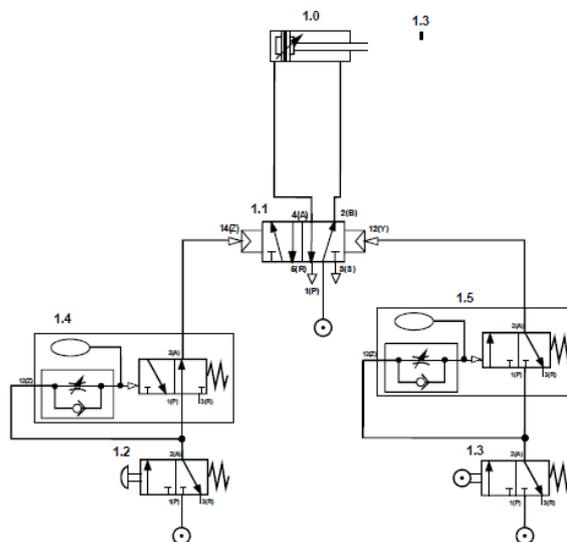


Gambar 2.35. Katup Tunda Waktu NO

Katup tunda waktu normal membuka memiliki katup 3/2 dengan posisi NO. Pada posisi inisial output 2(A) adalah aktif. Ketika katup dihubungkan dengan 10(Z) output 2(A) dibuang. Akibatnya sinyal keluaran akan segera mati setelah setting tunda waktu tercapai.

2.5.2. Rangkaian Katup Tunda Waktu

Rangkaian berikut ini menggunakan 2 buah katup tunda waktu, sebuah katup NC (1.5) dan yang lain katup NO (1.4). Pengoperasian dimulai dengan tombol tekan (1.2), sinyal yang dikeluarkan diteruskan melalui katup (1.4) dan menyebabkan silinder bergerak maju melalui lubang 14(Z) katup memori (1.1). Katup tunda waktu (1.4) mempunyai set tunda waktu yang sangat pendek yaitu 0.5 detik. Hal ini cukup lama untuk memulai sinyal start tetapi kemudian sinyal 14(Z) diputuskan oleh sinyal pemandu timer 10(Z). Silinder mengoperasikan katup rol (1.3). Katup tunda waktu (1.5) menerima sinyal pemandu yang kemudian setelah setting waktu terlampaui akan membuka katup tunda waktu. Sinyal keluaran ini mensupply sinyal 12(Y) yang akan membalik katup (1.1) dan silinder bergerak mundur. Siklus baru hanya dapat dimulai jika tombol start telah dilepas. Terlepasnya katup tombol mereset timer (1.4) dengan membuang sinyal 10(Z).



Gambar 2.36. Rangkaian Dengan Katup Tunda Waktu

BAB III

PENGGAMBARAN DIAGRAM RANGKAIAN PNEUMATIK

3.1. Pendahuluan

Simbol-simbol penggerak pneumatik, katup-katup kontrol arah dan katup-katup kontrol aliran yang telah dipelajari pada bab-bab sebelumnya tentang komponen kontrol pneumatik akan banyak berperan dalam rangka perancangan rangkaian pneumatik.

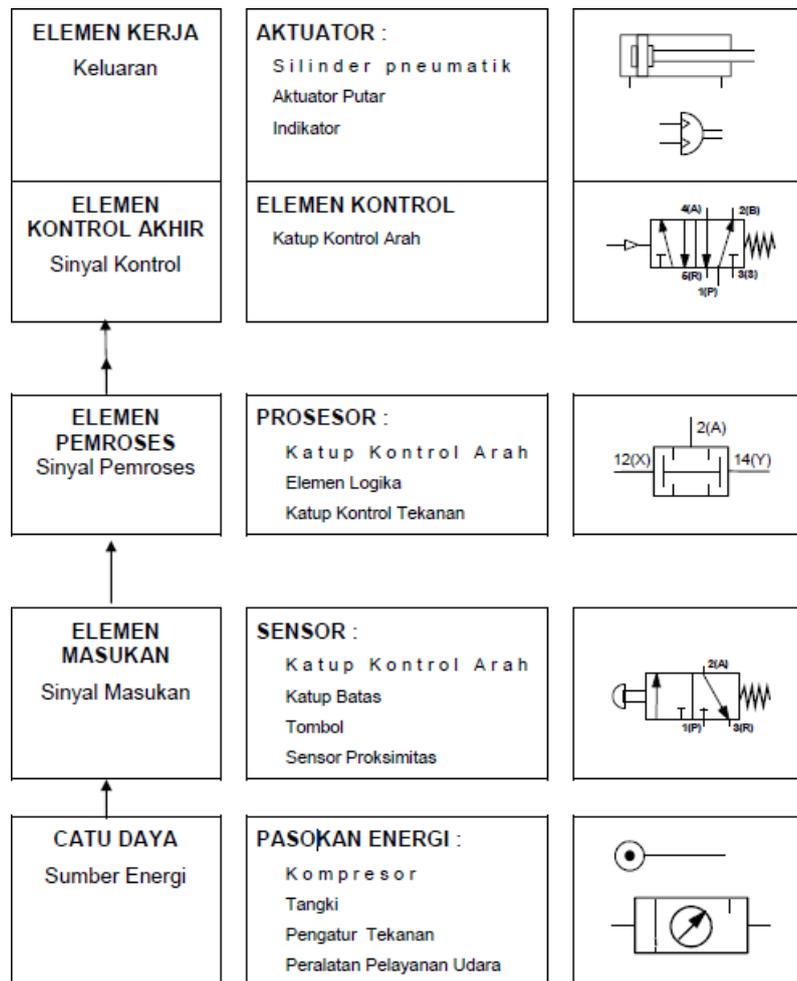
Rangkaian dasar yang dibicarakan dalam bab ini dan bab-bab selanjutnya tentang Rangkaian Pneumatik adalah sebagai berikut :

- Cara menggambar diagram rangkaian pneumatik.
- Rangkaian yang menggunakan katup kontrol arah untuk menggerakkan silinder kerja tunggal maupun silinder kerja ganda.
- Rangkaian tidak langsung untuk menggerakkan silinder kerja tunggal maupun silinder kerja ganda.
- Rangkaian tidak langsung silinder kerja tunggal dan silinder kerja ganda menggunakan rangkaian pengunci.
- Rangkaian untuk mengatur kecepatan silinder baik berupa perlambatan maupun percepatan.
- Rangkaian menggunakan katup fungsi logika.

3.2. Diagram alir

Diagram rangkaian harus digambar dengan tata cara penggambaran yang benar. Karena hal ini akan memudahkan seseorang untuk membaca rangkaian, sehingga mempermudah pada saat merangkai atau mencari kesalahan sistem pneumatik. Tata letak komponen diagram rangkaian harus disesuaikan dengan diagram alir dari mata rantai kontrol yaitu sebuah sinyal harus mulai mengalir dari bawah menuju ke atas dari gambar rangkaian. Elemen yang dibutuhkan untuk catu daya akan digambarkan pada bagian bawah rangkaian secara simbol sederhana atau komponen penuh dapat digunakan. Pada rangkaian yang lebih luas, bagian catu daya seperti unit pemelihara, katup pemutus dan berbagai distribusi sambungan dapat digambarkan tersendiri.

Diagram alir mata rantai kontrol dan elemen-elemennya digambarkan sebagai berikut :



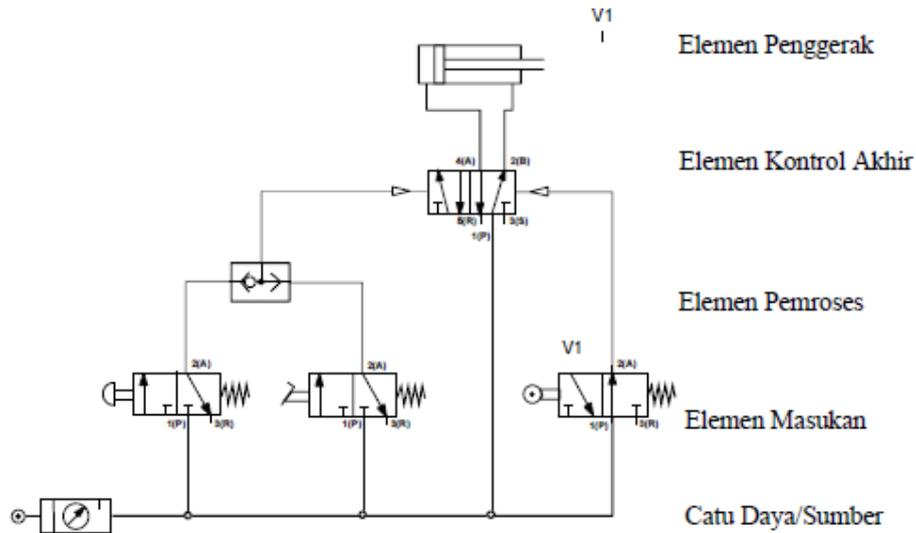
Gambar 3.1. Diagram alir mata rantai kontrol dan elemen-elemennya

3.3. Tata Letak Rangkaian

Yang dimaksud tata letak rangkaian adalah diagram rangkaian harus digambar tanpa mempertimbangkan lokasi tiap elemen yang diaktifkan secara fisik. Dianjurkan bahwa semua silinder dan katup kontrol arah digambarkan secara horisontal dengan silinder bergerak dari kiri ke kanan, sehingga rangkaian lebih mudah dimengerti.

Contoh :

Batang piston silinder kerja ganda bergerak keluar jika tombol tekan atau pedal kaki ditekan. Batang piston kembali ke posisi awal setelah keluar penuh dan tekanan pada tombol atau pedal kaki dilepas. Masalah di atas dipecahkan oleh rangkaian kontrol dengan tata letak gambar diagram berikut ini.



Gambar 3.2. Diagram rangkaian pneumatik

Gambar 3.2 menunjukkan perbedaan antara posisi gambar dengan lokasi benda/elemen sesungguhnya. Pada praktiknya katup V1 terletak pada posisi akhir langkah keluar silinder. Pada diagram rangkaian elemen V1 digambar pada tingkat sinyal masukan dan tidak mencerminkan posisi katup. Penandaan V1 pada posisi silinder keluar penuh menunjukkan posisi sesungguhnya dari katup V1 tersebut. Diagram rangkaian memperlihatkan aliran sinyal dan hubungan antara komponen dan lubang saluran udara. Diagram rangkaian tidak menjelaskan tata letak komponen secara mekanik. Rangkaian digambar dengan aliran energi dari bawah ke atas. Yang terdapat dalam rangkaian meliputi sumber energi, masukan sinyal, pengolah sinyal, elemen kontrol akhir dan elemen penggerak (aktuator). Posisi katup pembatas ditandai pada aktuator. Jika kontrol rumit dan terdiri dari beberapa elemen kerja, rangkaian kontrol harus dibagi ke dalam rangkaian rantai kontrol yang terpisah. Satu rantai dapat dibentuk untuk setiap fungsi grup. Kalau mungkin, rantai-rantai ini sebaiknya disusun berdampingan dalam urutan yang sama dengan gerakan langkah operasinya.

3.4. Penandaan Elemen

Penandaan tiap-tiap elemen kontrol untuk mengetahui dimana lokasi elemen tersebut berada. Ada dua macam penandaan yang telah dikenal dan sering digunakan yaitu :

1. Penandaan dengan angka
2. Penandaan dengan huruf

3.4.1. Penandaan Dengan Angka

Disini ada beberapa kemungkinan untuk menandai dengan angka. Dua sistem yang sering digunakan yaitu :

1. Nomor seri

Sistem ini sebaiknya untuk kontrol yang rumit .

2. Penandaan yang disusun dari nomor grup dan nomor seri dengan grup, misalnya 4.12 artinya elemen 12 pada grup 4

Klasifikasi grup :

Grup 0 : semua elemen sumber energi ditandai dengan angka depan 0

Grup 1, 2, 3, ... : penandaan dari satu mata rantai kontrol (grup).

Sistem untuk nomor seri :

.0 : elemen kerja

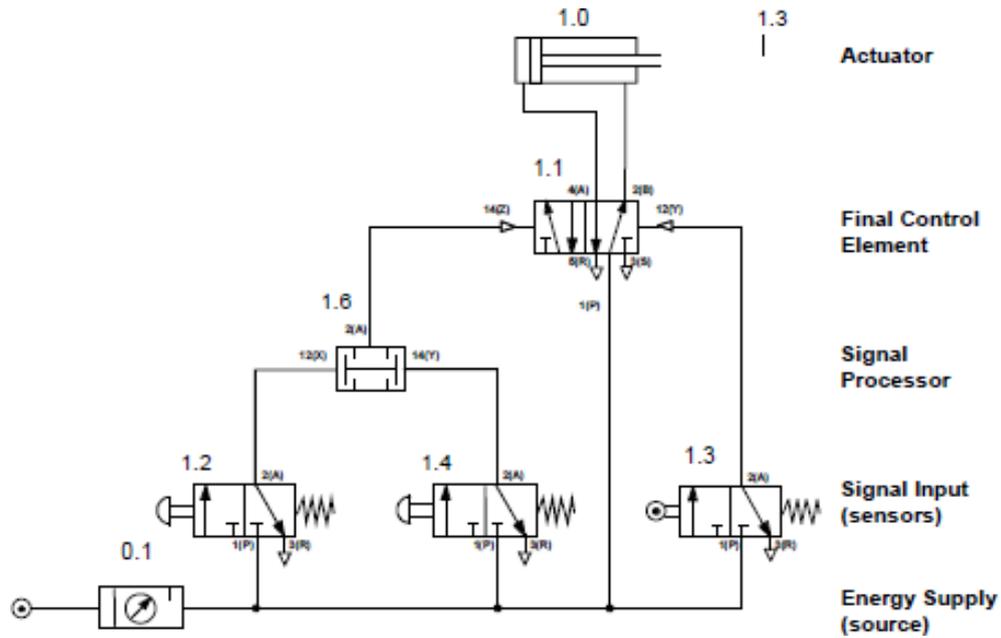
.1 : elemen kontrol

.2, .4 : semua elemen yang mempunyai pengaruh pada gerakan maju, ditandai dengan nomor seri genap.

.3 , .5 : semua elemen yang mempunyai pengaruh pada gerakan mundur, ditandai dengan nomor seri ganjil.

.01, .02 : elemen antara elemen kontrol dan elemen kerja yaitu katup kontrol aliran dan katup buangan-cepat.

Sistem penandaan berdasarkan pada sistem nomor grup mempunyai keuntungan bahwa dalam praktiknya seorang perawatan dapat mengenali pengaruh dari sinyal dari nomor pada masing-masing komponen. Sebagai contoh : jika terjadi kegagalan pada silinder 2.0, maka dapat diasumsikan bahwa penyebabnya dapat ditemukan pada grup 2, oleh karena itu komponen-komponen yang mempunyai tanda angka pertama 2 harus diperiksa. Gambar berikut menunjukkan penandaan elemen dari sebuah mata rantai kontrol.

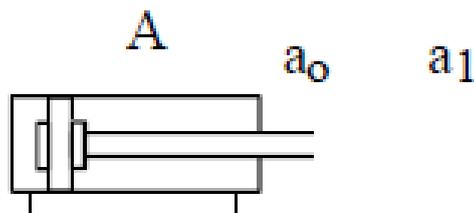


Gambar 3.3. Penandaan elemen dari sebuah rangkaian pneumatik

Karena rangkaian hanya terdiri dari satu grup, maka semua elemen angka pertama bertanda 1, artinya lokasinya berada pada grup 1. Silinder ditandai dengan angka 1.0. Katup kontrol akhir ditanda dengan angka 1.1. Katup-katup yang menyebabkan silinder bergerak maju ditandai dengan angka : 1.2, 1.4 dan 1.6. Sedangkan katup yang menyebabkan silinder bergerak mundur ditandai dengan angka 1.3. Sumber energi ditandai 0.1.

3.4.2. Penandaan Dengan Huruf

Tipe ini digunakan terutama pada rangkaian yang dikembangkan secara metodik. Untuk pemakaian yang luas, tipe ini meliputi kalkulasi dan daftar yang dapat dilakukan lebih mudah dan lebih jelas jika menggunakan huruf. Elemen kerja ditandai dengan huruf besar, elemen sinyal dan limit switch ditandai dengan huruf kecil. Bertolak belakang dengan tipe terdahulu, elemen sinyal dan limit switch tidak ditandai ke dalam kelompok grup. Lokasi tipe ini seperti diilustrasikan pada gambar berikut :



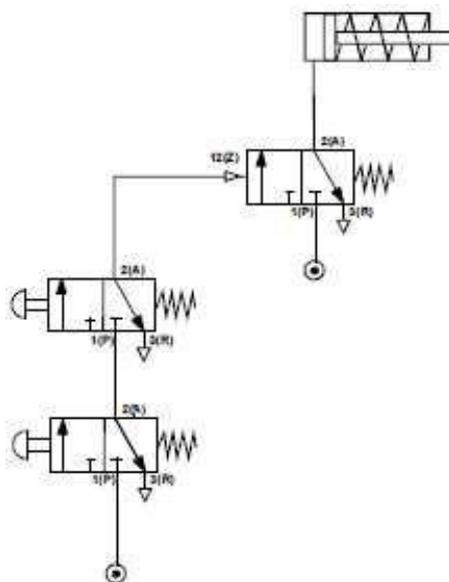
- A, B, C... : tanda dari elemen-elemen kerja
- ao, bo, co.... : tanda dari limit switch yang digerakkan pada posisi belakang silinder A, B,C
- a1, b2, c3.... : tanda dari limit switch yang digerakkan pada posisi batang piston ke depan dari silinder A, B,C

Keuntungan dari tipe ini adalah dapat dengan segera diketahui komponen sinyal yang sedang digerakkan jika silinder bergerak ke posisi yang dituju. Misalnya, gerakan A+ menunjukkan limit switch a1 yang diperintahkan bekerja, dan gerakan A- menunjukkan limit switch ao yang diperintahkan bekerja. Dalam praktiknya, penandaan elemen-elemen suatu rangkaian pneumatik menggunakan kombinasi angka dan huruf.

Latihan

Penggambaran Rangkaian Diagram

1. Bagaimana cara mendesain diagram rangkaian suatu rangkaian pneumatik ?
2. Apa yang dimaksud dengan tata-letak rangkaian ?
3. Berilah tanda pada elemen-elemen kontrol rangkaian pneumatik di bawah ini !



BAB IV

KONTROL LANGSUNG SILINDER

4.1. Pengertian

Kontrol langsung adalah kontrol yang memberi perintah langsung pada aktuator. Kontrol langsung hanya dipilih jika :

- volume silinder tidak besar,
- dalam proses perubahan dikontrol oleh satu elemen sinyal.

Menggerakkan silinder adalah salah satu pertimbangan yang penting dalam pengembangan solusi dari sistem kontrol. Energi pneumatik dikirim ke silinder melalui sebuah katup tombol tekan. Rangkaian untuk keperluan tersebut dapat dikembangkan.

4.2. Kontrol Silinder Kerja Tunggal

4.2.1. Masalah

Batang piston silinder kerja tunggal bergerak keluar pada saat silinder menerima udara bertekanan. Jika udara bertekanan dihilangkan, secara otomatis piston kembali lagi ke posisi awal.

4.2.2. Pemecahan

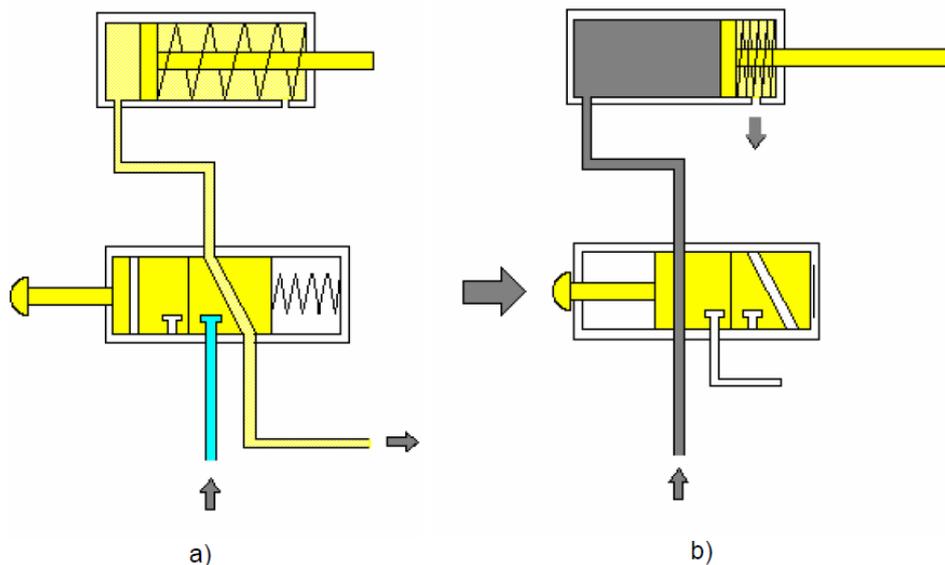
Sebuah katup akan mengeluarkan sinyal ketika sebuah tombol tekan ditekan dan sinyal hilang bila tombol dilepas. Katup kontrol arah 3/2 adalah sebagai katup pembangkit sinyal. Jenis katup ini cocok untuk mengontrol sebuah silinder kerja tunggal.

Komponen yang diperlukan :

1. Silinder kerja tunggal mempunyai satu lubang masukan udara dan satu lubang pembuangan atau lubang ventilasi serta pegas untuk gerakan kembali.
2. Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi kontak, tombol tekan untuk mengaktifkan dan pegas untuk kembali.
3. Udara bertekanan dari catu daya (kompresor) dihubungkan ke katup 3/2.
4. Sambungan udara bertekanan (pipa/slang plastik) antara catu daya dan katup 3/2 , antara katup 3/2 dan silinder.

4.2.3. Prinsip Kerja Rangkaian

Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang : lubang masukan, lubang keluaran dan lubang pembuangan. Hubungan antara lubang ini ditentukan oleh lintasan yang ada dalam katup. Jumlah variasi aliran ditentukan oleh jumlah posisi katup, dalam hal ini ada 2 posisi.



Gambar 4.1. Prinsip kerja kontrol langsung silinder kerja tunggal :

a). Posisi awal (tidak aktif), b). Posisi kerja (aktif)

Posisi awal

Posisi awal (gambar 4.1a) didefinisikan sebagai posisi istirahat dari sistem. Semua bagian terhubung dan tombol tidak ditekan oleh operator. Udara bertekanan dari catu daya ditutup, piston masuk ke dalam oleh dorongan pegas kembali. Lubang masukan silinder dihubungkan ke lubang pembuangan melalui katup. Pengiriman bertekanan diputus oleh katup.

Tombol ditekan

Menekan tombol tekan berarti memindahkan posisi katup 3/2, melawan pegas katup. Diagram (gambar 4.1b) menunjukkan katup teraktifkan pada posisi kerja. Udara bertekanan dari catu daya melalui katup masuk ke lubang masukan silinder kerja tunggal. Udara bertekanan yang terkumpul menyebabkan batang piston bergerak keluar melawan gaya pegas

kembali. Setelah piston sampai pada posisi akhir langkah maju, maka tekanan udara di dalam tabung silinder meningkat mencapai harga maksimum.

Tombol dilepas

Segera setelah tombol dilepas, maka pegas di katup mengembalikan katup ke posisi awal dan batang piston silinder kembali masuk. Jika tombol tekan diaktifkan lalu dilepas sebelum silinder keluar penuh, piston masuk kembali secara langsung, maka ada hubungan langsung antara pengoperasian tombol tekan dan posisi silinder. Hal ini memungkinkan silinder bisa keluar tanpa mencapai akhir langkah.

4.2.4. Kecepatan Silinder

Kecepatan keluar dan kecepatan masuk silinder kerja tunggal berbeda. Silinder bergerak keluar digerakkan udara bertekanan, sedangkan selama mundur kecepatan diatur oleh pegas kembali, sehingga kecepatan gerak arah piston keluar lebih cepat daripada kecepatan mundur.

4.3. Kontrol Silinder Kerja Ganda

4.3.1. Masalah

Batang piston silinder kerja ganda bergerak keluar ketika sebuah tombol ditekan dan kembali ke posisi semula ketika tombol dilepas. Silinder kerja ganda dapat dimanfaatkan gaya kerjanya ke dua arah gerakan, karena selama bergerak ke luar dan masuk silinder dialiri udara bertekanan.

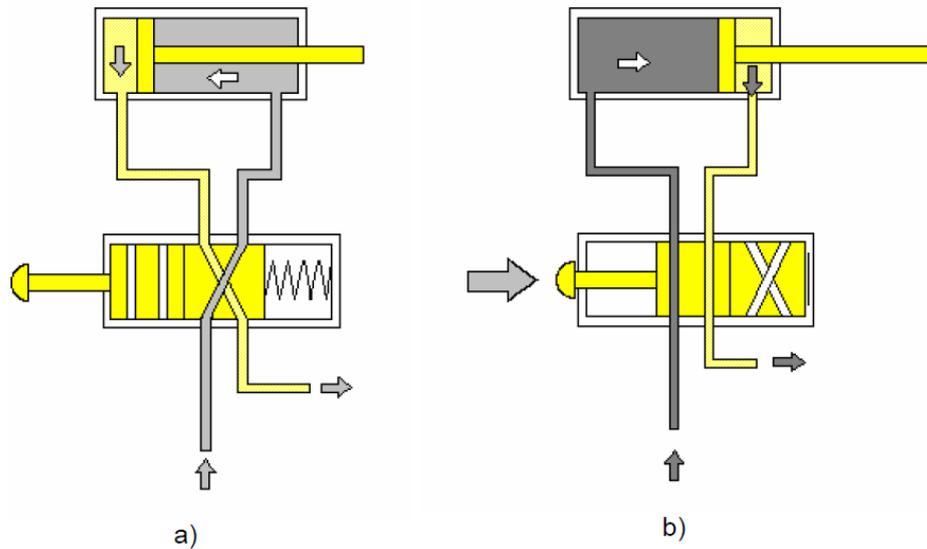
4.3.2. Pemecahan

Sebuah katup diperlukan untuk membangkitkan sebuah sinyal dan membatalkan sinyal yang lain ketika tombol dilepas. Katup 4/2 digunakan karena katup tersebut merupakan katup pembangkit sinyal dengan 2 lubang sinyal keluaran. Katup ini cocok untuk mengendalikan sebuah silinder kerja ganda.

Komponen yang digunakan berupa :

1. Silinder kerja ganda dengan 2 lubang masukan,
2. Katup kontrol arah 4/2 mempunyai 4 lubang dan 2 posisi kontak, tombol untuk mengaktifkan dan pegas untuk gaya kembali,
3. Catu daya udara bertekanan dihubungkan ke katup 4/2,
4. Dua sambungan udara bertekanan antara katup dan silinder.

4.3.3. Prinsip Kerja Rangkaian Silinder Kerja Ganda



Gambar 4.2. Prinsip kerja kontrol langsung silinder kerja ganda :
a). Posisi awal (tidak aktif), b). Posisi kerja (aktif)

Posisi Awal

Posisi awal (gambar 4.2a) semua hubungan dibuat tidak ada tekanan dan tombol tidak ditekan oleh operator. Pada posisi tidak diaktifkan, udara bertekanan diberikan pada sisi batang piston silinder, sedangkan udara pada sisi piston silinder dibuang melalui saluran buang katup.

Tombol ditekan

Menekan tombol berarti memindahkan posisi katup 4/2 melawan gaya pegas pengembali. Diagram rangkaian (gambar 4.2b) menunjukkan katup aktif pada posisi kerja. Pada posisi ini suplai udara bertekanan dialirkan ke sisi piston silinder dan udara pada sisi batang piston dibuang keluar lewat katup. Tekanan pada sisi piston mendorong keluar batang piston. Pada saat langkah keluar penuh dicapai, tekanan pada sisi piston mencapai maksimum.

Tombol dilepas

Tombol tekan dilepas, pegas pengembali katup menekan katup kembali ke posisi semula. Sekarang suplai udara bertekanan dialirkan ke sisi batang piston dan udara pada sisi piston dibuang keluar melalui katup, sehingga batang piston silinder kerja ganda masuk kembali.

4.3.4. Kecepatan Silinder Kerja Ganda

Kecepatan silinder keluar dan masuk berbeda. Kenyataannya bahwa volume silinder pada sisi batang piston lebih kecil daripada volume udara pada sisi piston. Oleh karena itu volume suplai udara bertekanan selama arah masuk lebih kecil dari pada arah keluar sehingga gerakan silinder arah masuk lebih cepat daripada arah keluar. Jika tombol tekan dilepas sebelum silinder keluar sampai langkah penuh, maka batang piston akan masuk kembali dengan segera. Oleh karena itu ada hubungan langsung antara pengoperasian tombol dan posisi batang piston silinder.

Lembar Latihan

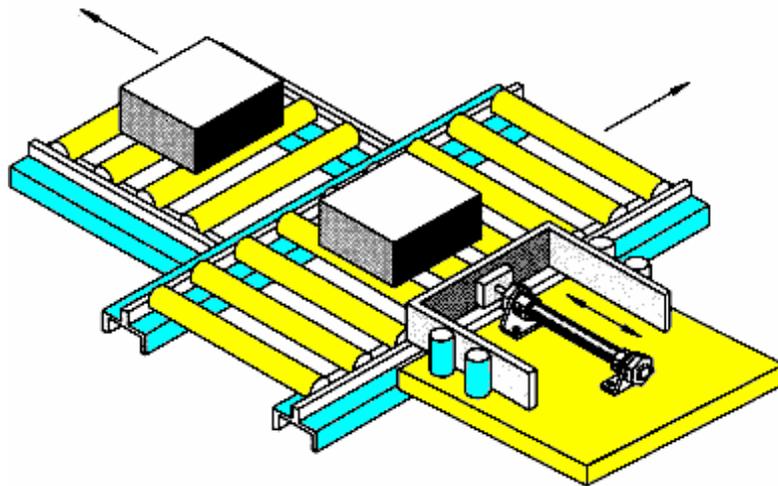
Kontrol Langsung Silinder

Alat Penyortir (Sorting Device)

1. Diskripsi soal

Dengan menggunakan alat penyortir, benda ditransfer dari ban berjalan satu ke ban berjalan lainnya. Batang piston silinder akan keluar mendorong benda ke ban berjalan lain, jika switch tombol pneumatik ditekan. Tombol dilepas, batang piston kembali ke posisi semula.

2. Tata letak



3. Tugas :

- Gambarlah rangkaian dengan menggunakan silinder kerja tunggal!
- Gambarlah rangkaian dengan menggunakan silinder kerja ganda!
- Katup jenis apa yang digunakan untuk soal 3a ?
- Katup jenis apa yang digunakan untuk soal 3b ?

BAB V

KONTROL TIDAK LANGSUNG SILINDER

5.1. Pendahuluan

Silinder yang keluar dan masuk dengan cepat atau silinder dengan diameter piston besar memerlukan jumlah udara yang banyak. Untuk pengontrolannya harus dipasang sebuah katup kontrol dengan ukuran yang besar juga. Jika tenaga yang diperlukan untuk mengaktifkan katup tidak mungkin dilakukan secara manual karena terlalu besar, maka harus dibuat rangkaian pengontrol tidak langsung. Disini melalui sebuah katup kedua yang lebih kecil, dihasilkan sinyal untuk mengaktifkan katup kontrol yang besar.

5.2. Kontrol Silinder Kerja Tunggal

5.2.1. Masalah

Silinder kerja tunggal dengan diameter piston besar harus bergerak ke luar, pada saat tombol ditekan dan silinder harus masuk kembali pada saat tombol dilepas.

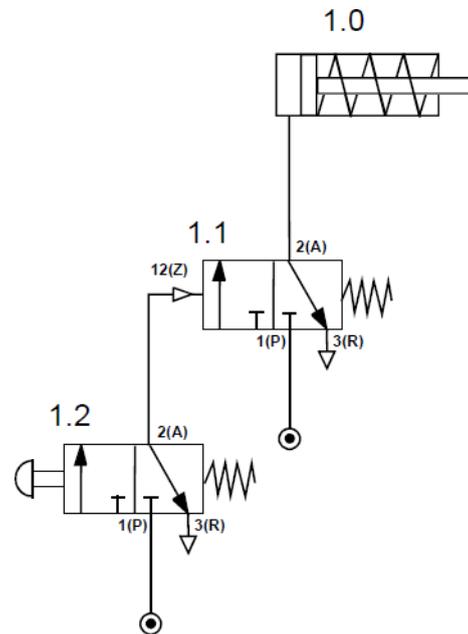
5.2.2. Pemecahan

Untuk memecahkan masalah tersebut, diperlukan rangkaian kontrol dengan komponen-komponen sebagai berikut :

1. Silinder kerja tunggal mempunyai satu lubang masukan udara dan satu lubang pembuangan atau lubang ventilasi serta pegas untuk gerakan kembali.
2. Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi kontak, tombol tekan untuk mengaktifkan dan pegas untuk kembali.
3. Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang utama dan 2 posisi kontak, 1 lubang kontrol untuk mengaktifkan dan pegas pengembali.
4. Udara bertekanan dari catu daya (kompresor) dihubungkan ke katup 3/2.
5. Sambungan udara bertekanan (pipa/slang plastik) antara catu daya dan katup 3/2, antara katup 3/2 dan silinder.

Katup kontrol arah 3/2 dengan pengaktifan udara dapat dipasang sedekat mungkin dengan silinder. Ukuran katup harus besar bila silinder yang dikontrolnya dalam ukuran besar,

sedangkan katup tombol bisa berukuran kecil. Katup tombol dapat dipasang agak jauh dari silinder.



Gambar 5.1. Rangkaian tidak langsung silinder kerja tunggal

5.2.3. Prinsip Kerja Rangkaian

Posisi Awal

Pada posisi awal, batang piston silinder kerja tunggal 1.0 berada dalam keadaan masuk. Katup kontrol 1.1 tidak aktif karena posisi pegas pengembali dan lubang 2(A) membuang udara ke atmosfer bebas. Sehingga hanya saluran 1(P) katup 3/2 (katup kontrol 1.1) yang aktif.

Tombol ditekan

Katup tombol 3/2 (katup 1.2) membuka aliran udara dari 1(P) ke 2(A), dan sinyal yang dibangkitkannya dialirkan ke lubang kontrol 12 (Z) katup 1.1. Katup 1.1 diaktifkan melawan pegas pengembali dan mengalir udara dari 1(P) ke 2(A) terus ke silinder kerja tunggal sehingga menyebabkan silinder kerja tunggal bergerak keluar. Sinyal pengaktifan pada lubang 12(Z) tetap ada selama tombol masih ditekan dan sinyal akan hilang bila tombol dilepas.

Tombol dilepas

Pegas pengembali katup tombol 1.2 menutup saluran 1(P) ke 2(A), sehingga suplai udara ke 12(Z) katup 1.1 terputus. Akibatnya sisa udara dari lubang 12(Z) katup 1.1 terbuang keluar

lewat lubang 2(A) katup 1.2 . Hal ini membuat katup 1.1 kembali ke posisi awal karena pegas kembali dan aliran ke silinder kerja tunggal terblokir. Pegas silinder kerja tunggal mendorong silinder kembali ke posisi awal.

5.3. Kontrol Silinder Kerja Ganda

5.3.1. Masalah

Silinder kerja ganda harus keluar pada saat tombol ditekan dan kembali lagi setelah tombol dilepas. Silinder berdiameter 250 mm, sehingga memerlukan udara banyak.

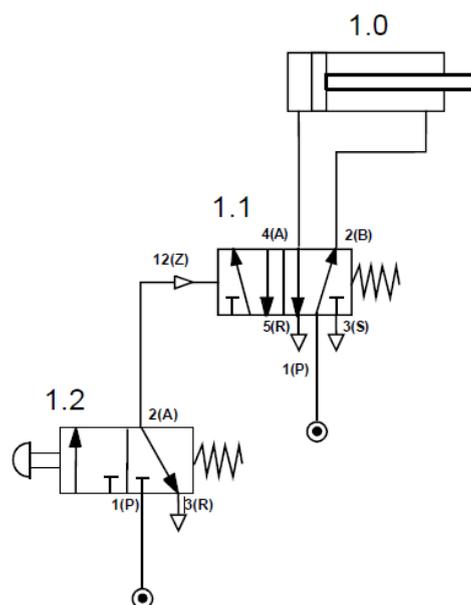
5.3.2. Pemecahan

Prinsipnya sama seperti pemecahan masalah dengan silinder kerja tunggal, hanya berbeda katup kontrol arah yang menghubungkan ke silinder kerja ganda menggunakan katup 5/2.

Komponen yang digunakan berupa :

1. Silinder kerja ganda dengan 2 lubang masukan,
2. Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi kontak, tombol tekan untuk mengaktifkan dan pegas untuk kembali,
3. Katup kontrol arah 5/2 mempunyai 5 lubang utama dan 2 posisi kontak, 1 lubang kontrol untuk mengaktifkan dan pegas pengembali,
4. Catu daya udara bertekanan dihubungkan ke katup 3/2 dan katup 5/2,
5. Sambungan udara bertekanan dari catu daya ke silinder.

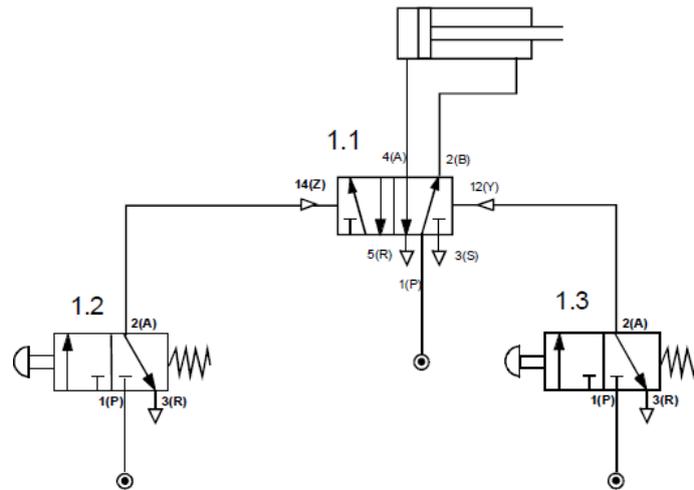
Gambar berikut adalah rangkaian tidak langsung silinder kerja ganda.



Gambar 5.2. Rangkaian tidak langsung silinder kerja ganda

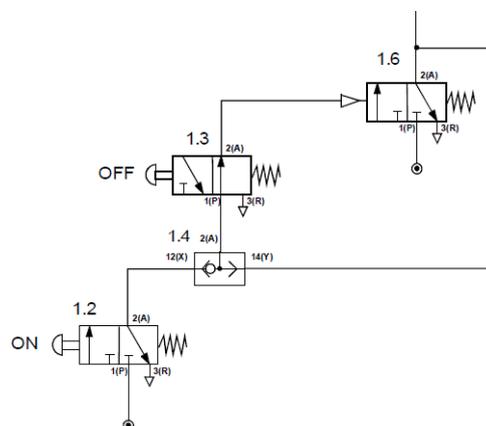
5.4. Rangkaian Tidak Langsung Dengan Pengunci

Sebuah silinder kerja ganda yang dikontrol oleh dua buah katup 1.2 dan 1.3, akan bergerak maju jika tombol katup 1.2 ditekan dan bertahan pada posisi akhir maksimum walaupun tombol katup 1.2 dilepas. Posisi ini akan bertahan terus sampai ada sinyal yang mengembalikan yaitu melalui katup 1.3. Katup kontrol akhir 1.1 yang digunakan dikenal dengan “ katup memori “. Katup ini berada pada posisi dimana perintah sinyal terakhir yang memberikannya. Gambar berikut menunjukkan cara kerja di atas :



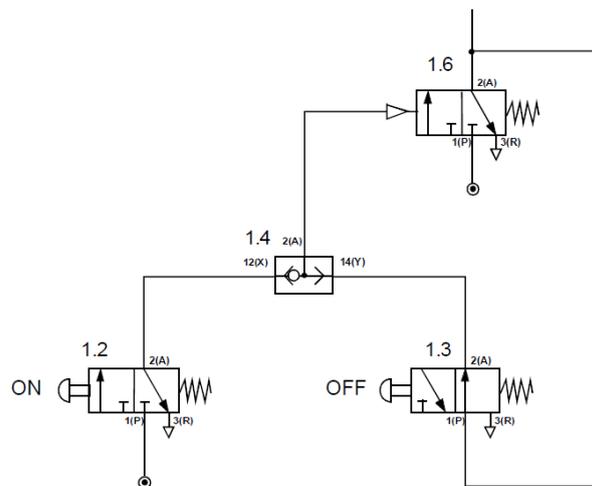
Gambar 5.3. Rangkaian tidak langsung dengan katup memori

Jika menggunakan katup kontrol akhir dengan pengembalian pegas, sinyal input yang diberikannya tidak dapat disimpan karena katup kontrol akhir akan kembali keposisi semula pada saat sinyal input dimatikan. Oleh karena itu, jika diperlukan fungsi memori maka perlu dibuatkan rangkaian khusus yang dapat memenuhi fungsi tersebut. Rangkaian tersebut dinamakan rangkaian pengunci, seperti pada gambar berikut :



Gambar 5.4. Rangkaian pengunci “ Dominan OFF”

Dengan menekan tombol katup 1.2, sinyal mengalir ke katup 1.3 dan mengaktifkan katup 1.6. Jika tombol 1.2 dilepas, katup 1.6 mempertahankan posisinya melalui katup fungsilogika ATAU 1.4 dan katup 1.3 tidak beroperasi. Untuk membatalkan pengunci, tombol katup 1.3 harus dioperasikan. Jika katup 1.2 dan katup 1.3 dioperasikan bersama, aliran yang mengalir ke katup 1.6 terblokir dan tidak aliran yang keluar dari katup 1.6. Pada kasus ini rangkaian pada gambar 3.4 disebut “Dominan OFF “. Bila katup 1.3 terletak antara katup 1.6 dan katup 1.4 rangkaian dinamakan “Dominan ON” seperti pada gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5. Rangkaian pengunci “ Dominan ON”

Lembar Latihan

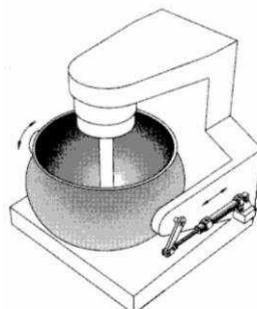
Kontrol Tidak Langsung

Alat Penuang

1. Diskripsi soal

Dengan menggunakan alat penuang, cairan dituang dari mangkuk. Mangkuk akan miring dan cairan dalam mangkuk keluar jika tombol pneumatik ditekan. Penekanan tombol - tombol dilepas, mangkuk kembali ke posisi semula.

2. Tata letak



3. Tugas

Gambarlah rangkaian kontrol pneumatik alat tersebut (kontrol tidak langsung) dengan :

- a. silinder kerja tunggal
- b. silinder kerja ganda

BAB VI

FUNGSI LOGIKA DAN

6.1. Pendahuluan

Pada sistem rangkaian kontrol jika proses dimulai dengan menggunakan dua sinyal secara bersama-sama, maka dibutuhkan katup dua tekanan (two pressure valve) atau alternatif lain. Katup dua tekanan juga disebut gerbang “DAN” karena mempunyai fungsi logika dasar “DAN”.

6.2. Fungsi DAN

6.2.1. Simbol :



6.2.2. Tabel Kebenaran

a	b	y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

6.2.3. Persamaan :

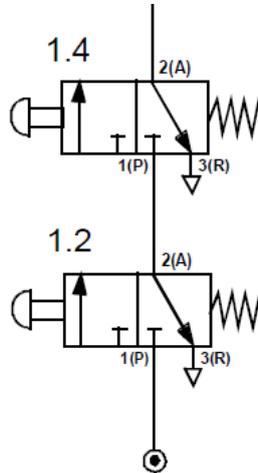
$$y = a \wedge b \text{ (baca : } y = a \text{ dan } b \text{)}$$

6.3. Rangkaian Fungsi DAN

Ada 3 kemungkinan untuk mendapatkan rangkaian fungsi DAN di dalam sistem pneumatik yaitu :

6.3.1. Rangkaian seri

Pada rangkaian ini, fungsi DAN didapat dari dua katup atau lebih yang disambung secara seri seperti pada gambar berikut :



Gambar 6.1. Fungsi DAN melalui rangkaian seri

Keuntungan :

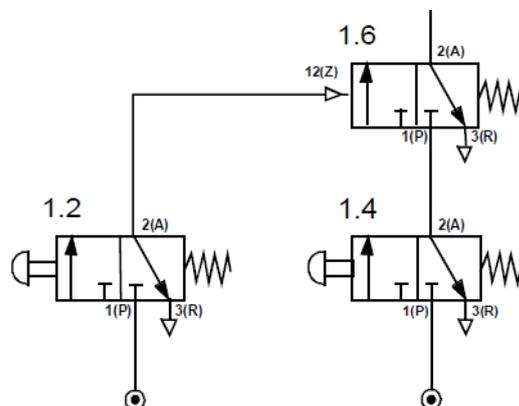
1. Tanpa peralatan tambahan, dengan demikian sumber kesalahan kemungkinan lebih sedikit dan merupakan solusi yang ekonomis.

Kerugian :

1. Di dalam praktiknya saluran sinyal antar komponen menjadi sangat panjang.
2. Sinyal dari katup 1.4 (gambar 6.1) tidak dapat dipakai bersama dengan sinyal kombinasi yang lain karena sumbernya berasal dari katup 1.2 yang disambung seri.

6.3.2. Fungsi DAN melalui katup 3/2 NO dengan pengaktifan udara

Rangkaian seperti gambar berikut :



Gambar 6.2. Fungsi DAN melalui katup 3/2 NO dengan pengaktifan udara

Keuntungan :

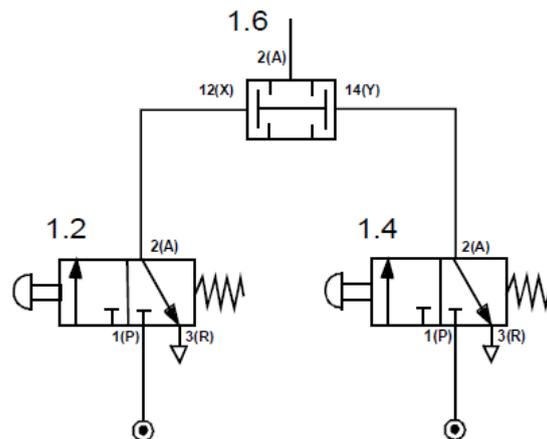
1. Sinyal dari katup 1.2 dan katup 1.4 dapat digunakan di dalam kombinasi sinyal lainnya karena sinyal komponen langsung didapat dari sumbernya.
2. Saluran kedua sinyal dapat disambung dengan jarak yang pendek ke katup dua tekanan 1.6.
3. Sinyal masukan ke lubang 12(Z) katup 1.6 dapat lebih kecil, sedangkan keluaran lubang 2(A) katup 1.6 lebih besar (efek penguat).

Kerugian :

1. Memerlukan lebih banyak komponen

6.3.3. Fungsi DAN melalui katup dua tekanan

Rangkaian seperti pada gambar berikut :



Gambar 6.3. Fungsi DAN melalui katup dua tekanan

Keuntungan :

1. Sinyal dari katup 1.2 dan katup 1.4 dapat digunakan di dalam kombinasi sinyal lainnya karena sinyal komponen langsung didapat dari sumbernya.
2. Saluran kedua sinyal dapat disambung dengan jarak yang pendek ke katup dua tekanan 1.6.

Kerugian :

1. Memerlukan peralatan tambahan.
2. Keluaran katup dua tekanan selalu memberikan sinyal yang lebih lambat atau lebih lemah.

Di dalam praktiknya konfigurasi “DAN” dengan lebih dari dua masukan banyak ditemui. Pemakaian dengan katup dua tekanan lebih banyak digunakan. Jumlah katup dua tekanan yang diperlukan dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$n_v = n_e - 1$$

n_v = jumlah katup dua tekanan yang dibutuhkan

n_e = jumlah sinyal masukan

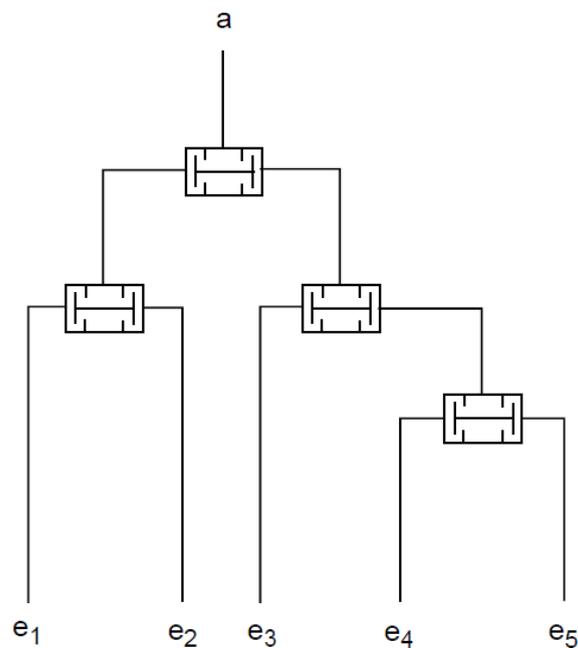
Contoh :

Berapa jumlah katup dua tekanan yang dibutuhkan, jika sinyal masukan yang diproses bersama-sama sebanyak 5? Bagaimana rangkaiannya ?

Penyelesaian :

- $n_v = n_e - 1 = 5 - 1 = 4$

- Rangkaian :



Gambar 6.4. Konfigurasi “DAN” dengan 5 masukan

Lembar Latihan

Fungsi Logika DAN

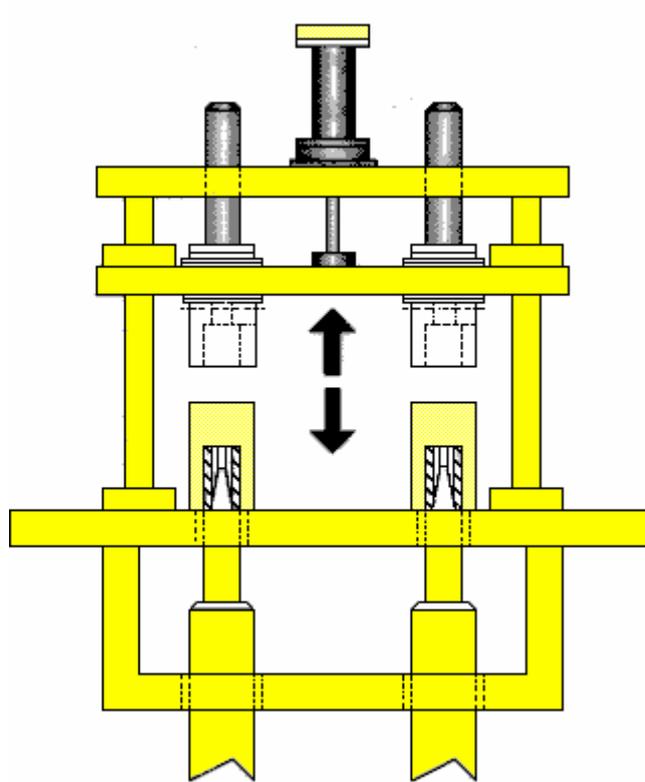
Mesin Perakit

1. Diskripsi soal

Dengan menggunakan mesin perakit, komponen-komponen ditaruh di dalam mesin tersebut. Alat perakit akan maju merakit komponen-komponen di dalam mesin tersebut jika

dua tombol switch ditekan bersama-sama. Penekanan tombol - tombol dilepas, alat perakitan kembali ke posisi semula dan siap untuk memulai pekerjaan baru.

2. Tata letak



3. Tugas

Gambarlah rangkaian kontrol pneumatik alat tersebut dengan :

- Silinder kerja tunggal
- Silinder kerja ganda

BAB VII

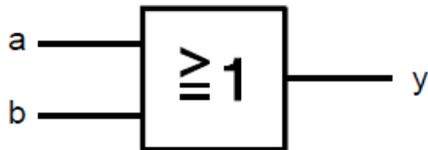
FUNGSI LOGIKA ATAU

8.1. Pendahuluan

Pada sistem rangkaian kontrol jika proses memulai menggunakan dua sinyal dengan fungsi bersama-sama atau sendiri-sendiri, maka dibutuhkan katup ganti (shuttle valve). Katup ganti juga disebut gerbang “ATAU” karena mempunyai fungsi logika dasar “ATAU”.

8.2. Fungsi ATAU

7.2.1. Simbol :



7.2.2. Tabel Kebenaran

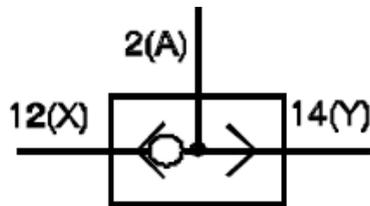
a	b	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

7.2.3. Persamaan :

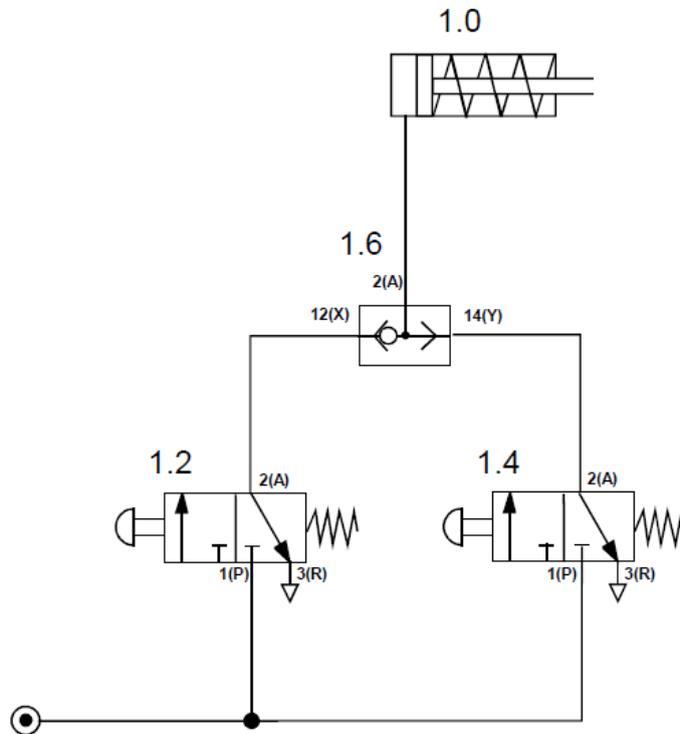
$y = a \vee b$ (baca : $y = a$ atau b)

8.3. Rangkaian Fungsi ATAU

Rangkaian pneumatik fungsi ATAU dapat terealisasi dengan menggunakan katup ganti / katup fungsi ATAU dengan simbol katup sebagai berikut :



Rangkaian kontrol silinder kerja tunggal yang dijalankan dari dua tempat yang berbeda.



Gambar 7.1. Rangkaian Fungsi ATAU

Di dalam praktiknya konfigurasi ATAU dengan lebih dari dua masukan banyak ditemui. Jumlah katup ganti yang diperlukan dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$n_v = n_e - 1$$

n_v = jumlah katup ganti yang dibutuhkan

n_e = jumlah sinyal masukan

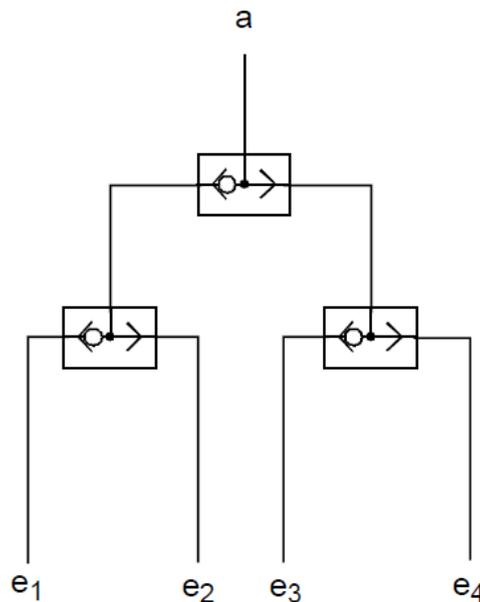
Contoh :

Berapa jumlah katup ganti yang dibutuhkan, jika sinyal masukan yang diproses bersama-sama sebanyak 4 sinyal ? Bagaimana rangkaiannya ?

Penyelesaian :

$$n_v = n_e - 1 = 4 - 1 = 3$$

Rangkaian :



Gambar 7.2. Konfigurasi “ATAU” dengan 4 masukan

Latihan

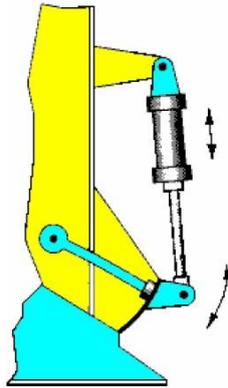
Fungsi Logika ATAU

Kontrol Penutup

1. Diskripsi soal

Kontrol penutup digunakan untuk mengosongkan material di dalam kontainer. Kontrol penutup akan membuka dan mengosongkan isi kontainer jika salah satu dari dua tombol switch pneumatik ditekan. Penekanan tombol dilepas, alat pembuka menutup kembali seperti posisi semula.

2. Tata letak



3. Tugas

Gambarlah rangkaian kontrol pneumatik alat tersebut dengan :

- Silinder kerja ganda

BAB VIII

PENGATURAN KECEPATAN SILINDER

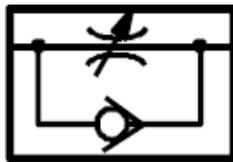
8.1. Pendahuluan

Pengaturan kecepatan silinder yang dimaksudkan disini adalah :

- Mengurangi kecepatan
- Menambah kecepatan

8.1.1. Mengurangi Kecepatan Silinder

Kecepatan silinder dapat dikurangi dengan memasang katup kontrol aliran. Untuk mengatur kecepatan silinder agar lebih lambat dapat menggunakan katup kontrol aliran satu arah seperti pada gambar simbol berikut :



Ada dua kemungkinan pemasangan katup pengatur aliran satu arah :

- Pengaturan udara masuk ,
- Pengaturan udara pembuangan.

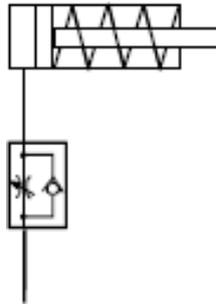
Keuntungan dan kerugiannya telah dibahas pada pembahasan katup satu arah.

8.1.2. Menambah Kecepatan Silinder

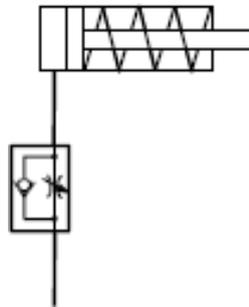
Menambah kecepatan silinder dengan menggunakan katup buangan-cepat. Pemasangan katup ini dekat dengan silinder, agar udara buangan cepat keluar dan kecepatan silinder bertambah.

8.2. Pengaturan Kecepatan Silinder Kerja Tunggal

Pada silinder kerja tunggal, pengurangan kecepatan gerakan maju hanya efektif dilakukan oleh pengaturan udara masuk dan tidak mungkin menambah kecepatan gerakan maju dengan menggunakan katup buangan cepat. Pengurangan kecepatan silinder dilakukan dengan menggunakan katup kontrol aliran satu arah seperti pada gambar berikut ini.

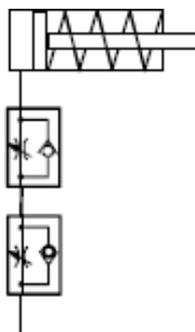


Gambar 8.1. Pengurangan kecepatan gerakan maju



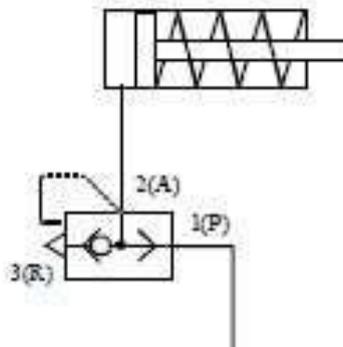
Gambar 8.2. Pengurangan kecepatan gerakan mundur

Pengurangan kecepatan gerakan maju dan mundur dengan pengaturan secara terpisah dilakukan seperti pada gambar berikut ini



Gambar 8.3. Pengurangan kecepatan gerakan maju dan mundur

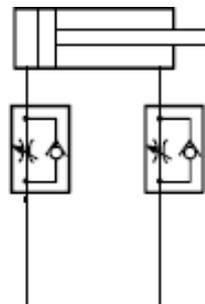
Sedangkan menambah kecepatan gerakan mundur dapat dilakukan seperti gambar berikut.



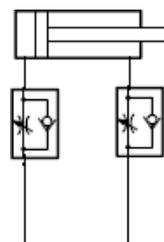
Gambar 8.4. Penambahan kecepatan gerakan mundur

8.3. Pengaturan Kecepatan Silinder Kerja Ganda

Pada silinder kerja ganda memungkinkan melakukan pengaturan aliran udara masuk dan udara buangan untuk mengurangi kecepatan gerakan maju dan mundur. Katup buangan cepat dapat digunakan untuk menambah kecepatan maju maupun mundur. Pengurangan kecepatan silinder dengan pengaturan terpisah untuk gerakan maju dan mundur seperti gambar berikut :

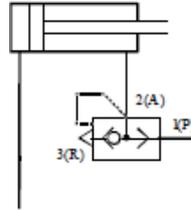


Gambar 8.5. Pengurangan kecepatan dengan mengatur udara masuk

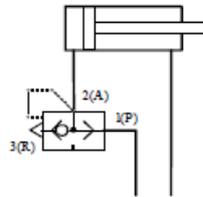


Gambar 8.6. Pengurangan kecepatan dengan mengatur udara buangan

Sedangkan menambah kecepatan gerakan maju dan mundur dapat dilakukan seperti gambar berikut.



Gambar 8.7. Mempercepat gerakan maju



Gambar 8.8. Mempercepat gerakan mundur

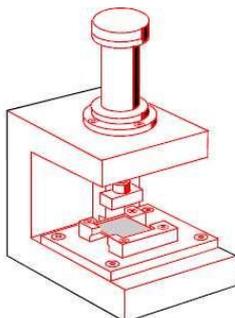
Latihan

Alat penekuk

1. Diskripsi soal

Permukaan lembaran logam akan dibentuk seperti huruf U menggunakan silinder pneumatik. Untuk memulai gerakan dilakukan dengan menekan tombol tekan, jika tombol dilepas maka batang piston silinder kembali ke posisi semula. Silinder (1.0) yang digunakan berdiameter 150 mm dan mempunyai panjang stroke 100 mm. Majunya silinder harus dapat diatur secara perlahan, sedangkan gerakan kembali dilakukan dengan cepat.

2. Tata letak



3. Tugas

Gambarlah rangkaian kontrol pneumatik alat tersebut dengan :

- Silinder kerja tunggal
- Silinder kerja ganda

BAB IX

KONTROL PNEUMATIK DENGAN METODE INTUITIF DAN METODE CASCADE

9.1. Kontrol Pneumatik Dengan Metode Intuitif

9.1.1. Pendahuluan

Pada sistem pneumatik dasar dijelaskan bahwa penggunaan pneumatik di Industri sangat membantu dalam pelaksanaan proses produksi terutama dalam bidang sistem otomasi. Permasalahan yang ada semakin rumit, sehingga untuk membuat sistem kontrol pneumatik dengan tingkat kerumitan yang sederhana dapat diselesaikan dengan metode intuitif. Metode intuitif dapat dikatakan juga sebagai metode coba dan ralat kesalahan (trial and error).

Sebelum mempelajari teori dasar dalam pembahasan isi, terlebih dahulu harus memahami teori dasar pada pembahasan sistem kontrol pneumatik dasar. Yang harus dipahami untuk menyelesaikan permasalahan sistem otomasi menggunakan sistem kontrol pneumatik dengan metode intuitif, antara lain : notasi tabel, notasi vektor, notasi singkat, diagram langkah, diagram waktu pemindahan dan diagram kontrol.

9.1.2. Notasi Tabel

Contoh permasalahan : Mekanisme sederhana yang digerakkan dengan 2 buah silinder A dan B dengan urutan langkah kerja sebagai berikut : silinder A bergerak maju mengontrol silinder B bergerak maju, kemudian mengontrol silinder A bergerak mundur dan mengontrol silinder B bergerak mundur, dan seterusnya dalam satu siklus.

Langkah kerja sistem otomasi di atas disederhanakan dalam bentuk notasi tabel, sebagai berikut :

Langkah kerja ke	Gerakan	
	Silinder A	Silinder B
1	maju	-
2	-	Maju

3	mundur	-
4	-	Mundur

Notasi tabel di atas lebih efektif digunakan untuk penyederhanaan sistem otomasi dalam satu siklus jika menggunakan lebih dari 2 gerakan silinder.

9.1.3. Notasi Vektor

Penyederhanaan langkah kerja dari sistem kontrol terhadap sistem kontrol darimekanisme pada contoh permasalahan pada notasi tabel, dapat disederhanakan dalam bentuk notasi vektor, dengan kesepakatan sebagai berikut :

Gerakan maju : \longrightarrow

Gerakan mundur : \longleftarrow

Contoh permasalahan di atas dapat disederhanakan sebagai berikut :

Langkah kerja ke	Gerakan silinder
1	A \longrightarrow
2	B \longrightarrow
3	A \longleftarrow
4	B \longleftarrow

9.1.4. Notasi Singkat

Penyederhanaan langkah kerja dari sistem kontrol terhadap mekanisme dapat juga menggunakan notasi singkat, dengan kesepakatan sebagai berikut :

Gerakan maju : +

Gerakan mundur : -

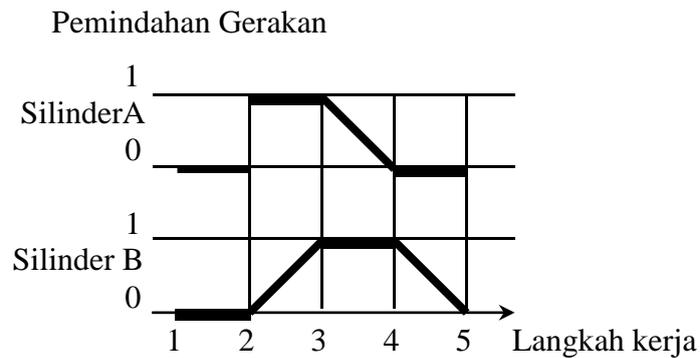
Contoh permasalahan seperti pada notasi tabel dapat disederhanakan sebagai berikut :

Langkah kerja ke	Gerakan silinder
1	A +
2	B +
3	A -
4	B -

9.1.5. Diagram Langkah

Pembuatan diagram langkah bertujuan untuk mengetahui sistem pengontrolan pemindahan gerakan dengan bermacam-macam langkah kerja. Sumbu horisontal sebagai langkah kerja dan sumbu vertikal sebagai pemindahan gerakan

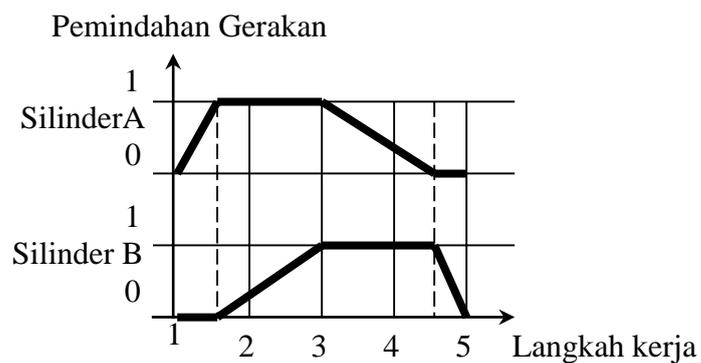
Dari penyederhanaan dengan bentuk tabel dari contoh permasalahan seperti pada notasi tabel, dapat diubah menjadi diagram langkah.



9.1.6. Diagram Waktu Pemindahan

Diagram waktu pemindahan menunjukkan hubungan waktu pemindahan dari masing-masing 2 gerakan silinder dengan anggapan linier. Sumbu horisontal sebagai waktu pemindahan dan sumbu vertikal sebagai pemindahan gerakan.

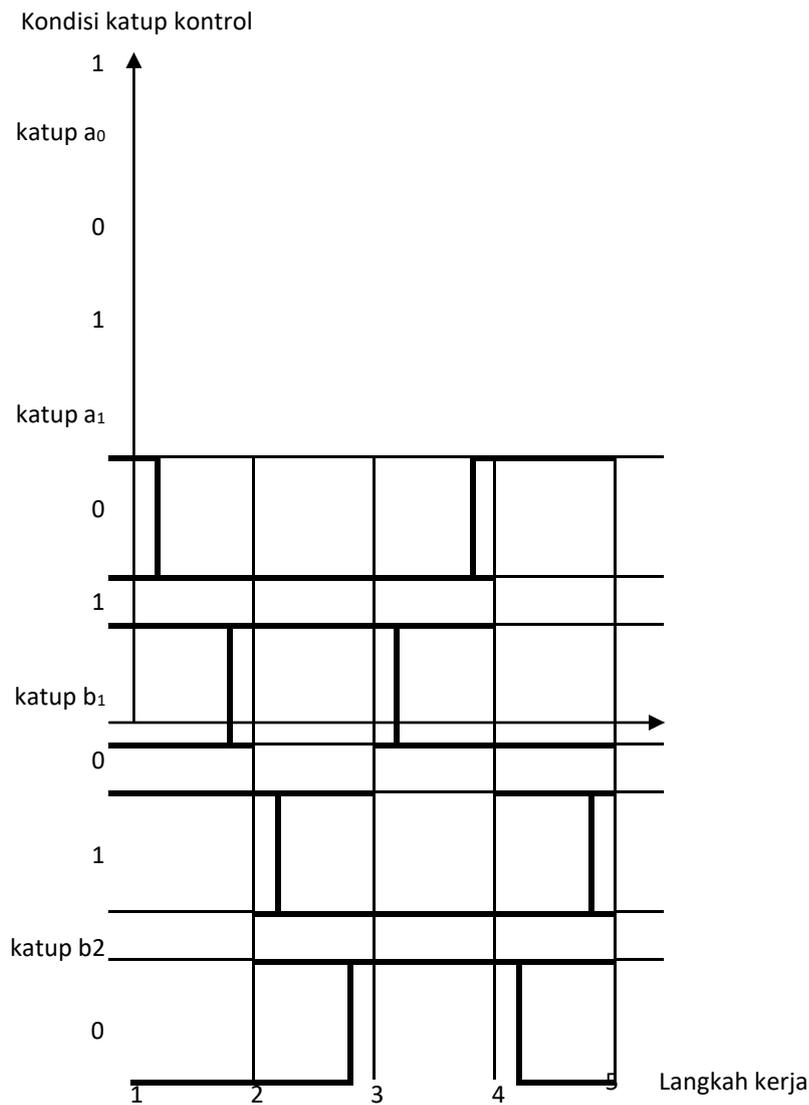
Contoh permasalahan seperti pada notasi tabel dapat diperoleh diagram pemindahan waktu sebagai berikut :



9.1.7. Diagram Kontrol

Diagram kontrol menunjukkan hubungan katup kontrol arah aliran yang berfungsi untuk mengontrol gerakan silinder pada mekanisme dalam satu siklus langkah kerja.

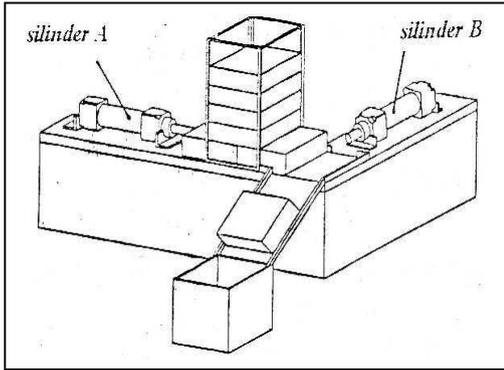
Contoh permasalahan seperti pada notasi tabel dapat diperoleh diagram kontrol sebagai berikut :



9.1.8. Kontrol Pneumatik Pada Alat Pemindah Barang

9.1.8.1. Permasalahan

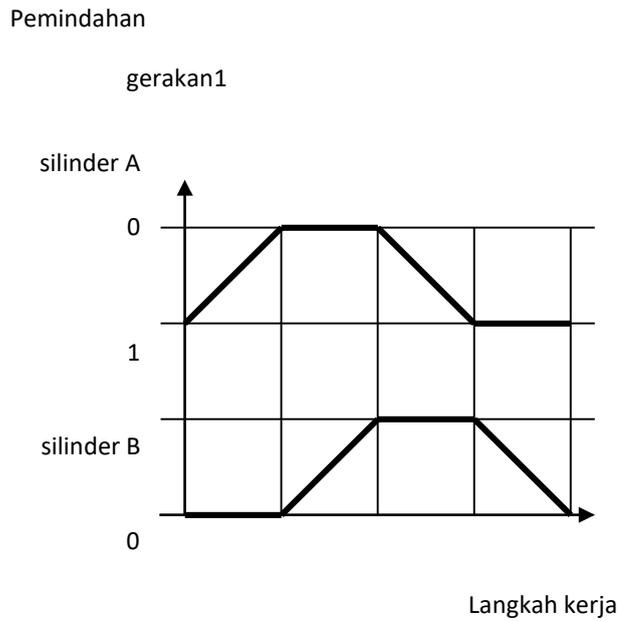
Mekanisme pemindahan barang satu per satu dari tempat penyimpanan yang berisi beberapa barang ke tempat peluncuran secara otomatis direncanakan menggunakan sistem kontrol pneumatik, dengan kondisi sebagai berikut : ketika tombol start ditekan, satu barang didorong dari tempat penyimpanan oleh alat pendorong 1 keluar sampai posisi barang pada tempat persiapan untuk dipindahkan ke tempat peluncuran. Alat pendorong 2 mendorong barang ke tempat peluncuran. Satu kali barang dipindahkan ke tempat peluncuran alat pendorong 1 kembali ke posisi awal, kemudian diikuti alat pendorong 2 kembali ke posisi awal juga. Begitu seterusnya sampai barang habis dipindahkan dari tempat penyimpanan.



9.1.8.2. Pemecahan Permasalahan

Alat pendorong 1 dan 2 digunakan selinder kerja ganda A dan B, katup kontrol digunakan katup kontrol arah aliran 3/2 posisi normal tertutup operasi rol dan pegas. Kontrol arah aliran digunakan katup arah aliran 5/2 operasi pneumatik, dan start sistem kontrol digunakan katup arah aliran 3/2 posisi normal tertutup operasi tombol dan pegas.

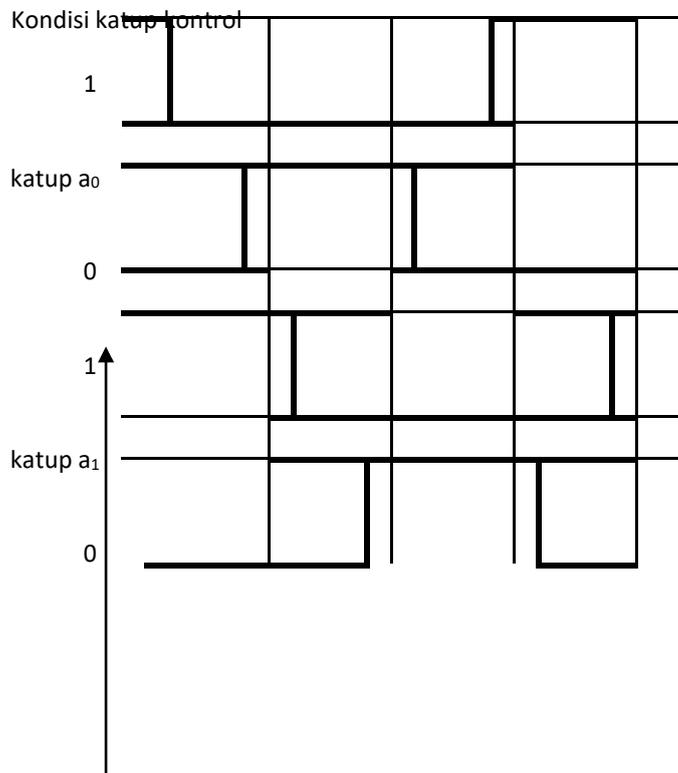
9.1.8.3. Diagram Langkah



Langkah kerja mekanisme dalam satu siklus dapat disederhanakan dengan notasi singkat, sebagai berikut : A+, B+, A-, B-

9.1.8.4. Diagram kontrol

Diagram kontrol dari langkah kerja mekanisme dalam satu siklus pemindahan barang sebagai berikut :



1

katup b₁

0

1

katup b₂ 1 2 3 4 5 Langkah kerja

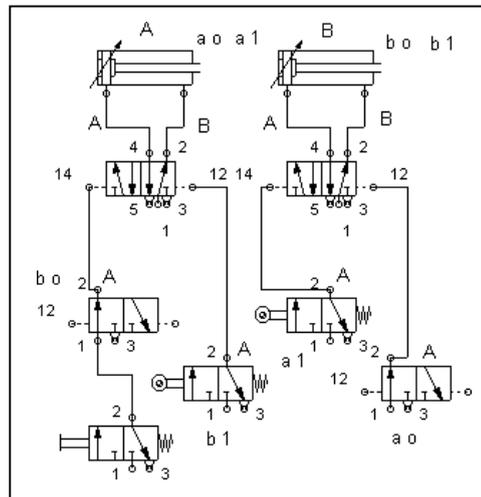
Katup kontrol arah aliran untuk start tidak digambarkan dalam diagram kontrol.

9.1.8.5. Daftar alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk merangkai sistem kontrol pneumatik pada alat pemindah barang, antara lain :

- Silinder kerja ganda A dan B , 2 buah
- Katup kontrol arah aliran 3/2 posisi normal tertutup operasi rol dan pegas (a_0, a_1, b_0, b_1), 4 buah
- Katup kontrol arah aliran 3/2 posisi normal tertutup operasi tombol dan pegas (c), 1 buah.
- Katup kontrol arah aliran 5/2 operasi pneumatik (1) dan (2), 2 buah
- Selang penghubung secukupnya
- Meja kerja 1 buah
- Unit pemeliharaan udara 1 buah
- Distribusi tekanan udara 1 buah

9.1.8.6. Gambar kerja/diagram rangkaian



9.1.8.7. Prinsip kerja diagram rangkaian

Silinder A maju : apabila tombol pada katup kontrol arah aliran 3/2 posisi normal tertutup operasi tombol dan pegas (c) ditekan, maka udara bertekanan mengalir dari lubang P ke A. Udara bertekanan dari A melalui selang penghubung P pada katup kontrol arah aliran 3/2 (b_0). Dari P ke A melalui selang penghubung ke Z pada katup kontrol arah aliran 5/2 (1),

maka udara bertekanan mengalir dari lubang P ke A. Udara bertekanan dari A melalui selang penghubung ke ruang piston silinder kerja ganda A mendorong piston bergerak maju.

Silinder B maju : Setelah silinder A maju sampai maksimum menggerakkan rol pada katup kontrol arah aliran 3/2 posisi normal tertutup operasi tombol dan pegas (c) ditekan, maka udara bertekanan mengalir dari lubang P ke A. Udara bertekanan dari A melalui selang penghubung P pada katup kontrol arah aliran 3/2 (bo). Dari P ke A melalui selang penghubung ke Z pada katup kontrol arah aliran 5/2(2), maka udara bertekanan mengalir dari lubang P ke A. Udara bertekanan dari A melalui selang penghubung ke ruang piston silinder kerja ganda A mendorong piston bergerak maju.

Silinder A mundur : Setelah silinder B maju sampai maksimum menggerakkan rol pada katup kontrol arah aliran 3/2(b1), maka udara bertekanan dari P ke A. Udara bertekanan mengalir melalui selang penghubung dari A ke Y pada katup kontrol arah aliran 5/2(1), maka udara bertekanan mengalir dari P ke B. Udara bertekanan dari B melalui selang penghubung ke ruang piston silinder ganda A mendorong piston bergerak mundur.

Silinder B mundur : Setelah silinder A mundur sampai maksimum menggerakkan rol pada katup kontrol arah aliran 3/2(ao), maka udara bertekanan dari P ke A. Udara bertekanan mengalir melalui selang penghubung dari A ke Y pada katup kontrol arah aliran 5/2(2), maka udara bertekanan mengalir dari P ke B. Udara bertekanan dari B melalui selang penghubung ke ruang piston silinder ganda B mendorong piston bergerak mundur.

Jika menghendaki langkah kerja untuk satu siklus berikutnya, maka tombol pada katup kontrol arah aliran 3/2(c) ditekan lagi.

9.2. Kontrol Pneumatik Dengan Metode Cascade

Metode Cascade merupakan suatu metode dalam perancangan sistem pneumatik yang terstruktur. Metode ini biasanya digunakan untuk menyelesaikan persoalan yang tidak dapat diselesaikan dengan metode intuitif, misalnya digunakan untuk mengatasi sinyal bentrok (*over lapping*).

Peraturan dalam sistem Cascade antara lain:

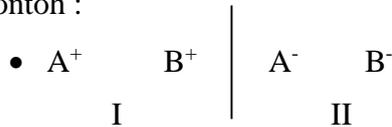
1. Mendefinisikan langkah kerja (urutan gerakan dengan notasi singkat) sesuai dengan permasalahannya.

Contoh :

- A⁺ B⁺ A⁻ B⁻
- A⁺ A⁻ B⁺ B⁻ C⁺ C⁻

2. Membagi kelompok dan pemberian nomor kelompok pada notasi singkat tersebut dimana tidak terjadi sinyal bentrok. Masing-masing kelompok membutuhkan satu jalur perbekalan (S1 , S2 dst). Jalur terakhir harus ada udara.

Contoh :



(dua kelompok saluran udara) = 2 jalur perbekalan)

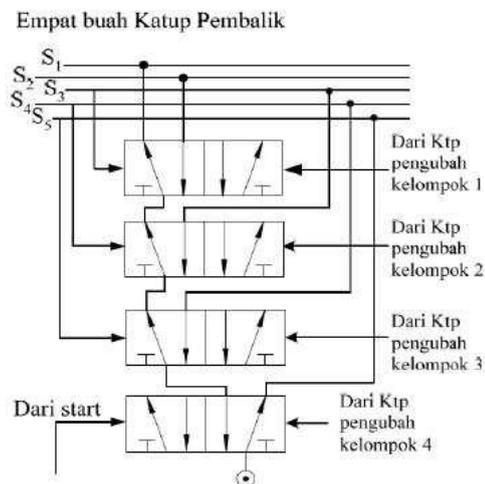
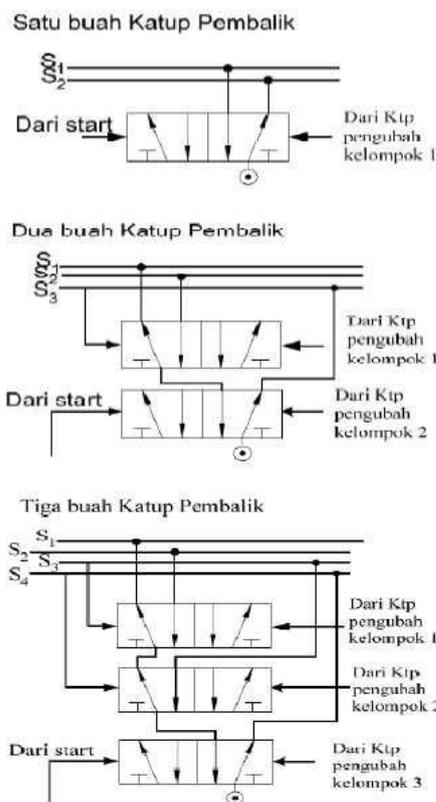
3. Memerlukan katup pembalik (katup 4/2, 5/2 dengan dua kontrol dsb) = Jumlah kelompok – 1 yang berfungsi untuk memindahkan jalur udara, misalnya dari S4 ke S1, S1 ke S2, S2 ke S3 dan S3 ke S4

Misal :

Contoh diatas jumlah kelompok dua..... (n = 2)

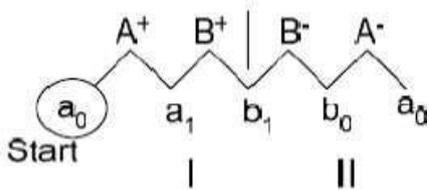
Maka katup pembaliknya satu (n – 1) = 2 – 1 = 1

(Memerlukan 1 katup 4/2 atau 5/2 dengan 2 kontrol)



4. Penempatan katup kontrol arah 3/2 yang mengontrol langkah kerja.

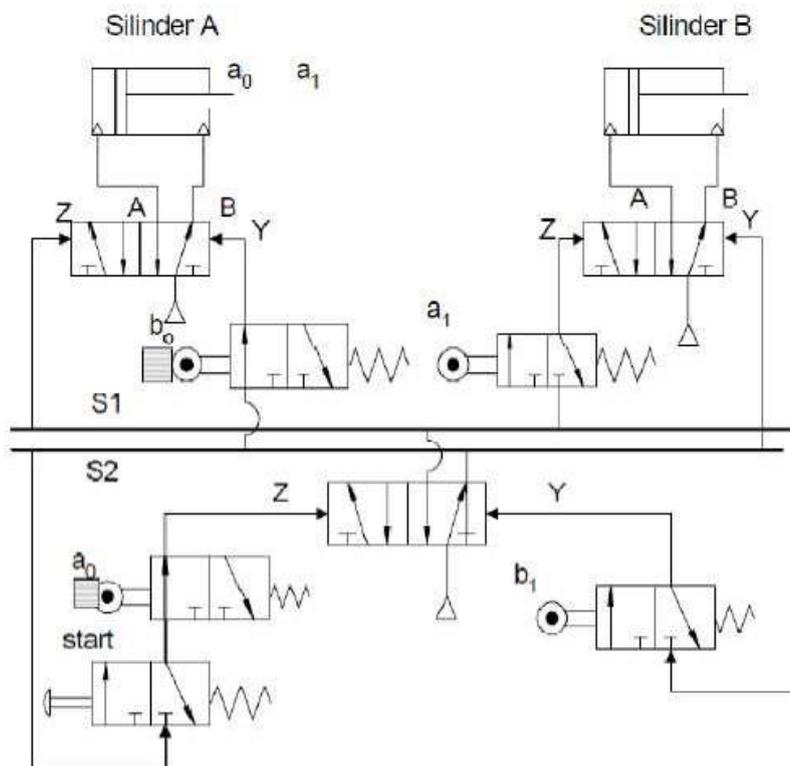
- Katup 3/2 yang berhubungan dengan start diletakkan dibawah supply line.
- Katup 3/2 yang mengubah kelompok, diletakkan dibawah supply line.
- Katup 3/2 yang lainnya , diletakkan diatas supply line.



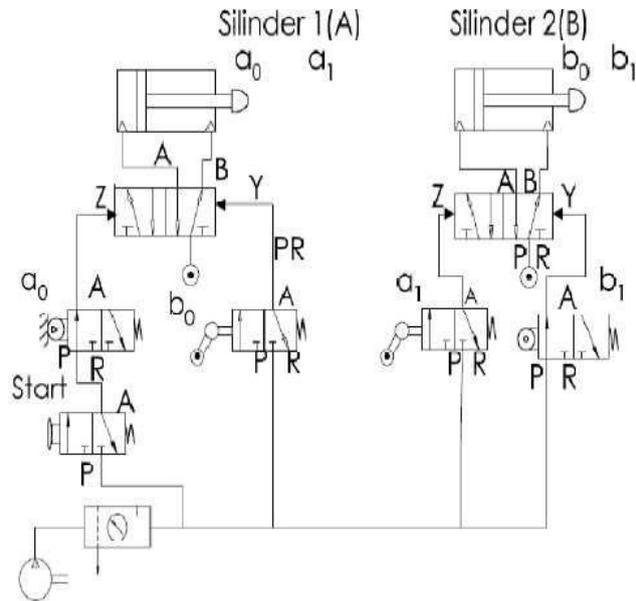
Untuk contoh diatas, maka;

- Katup start (a_0) diletakkan dibawah *supply line*.
- Katup yang mengubah kelompok (b_1) diletakkan dibawah *supply line*.
- Katup 3/2 yang lainnya (a_1 dan b_0) diletakkan diatas *supply line*.

Contoh gerakan A^+ B^+ B^- A^- dengan cascade



Contoh gerakan A⁺ B⁺ B⁻ A⁻ tanpa cascade

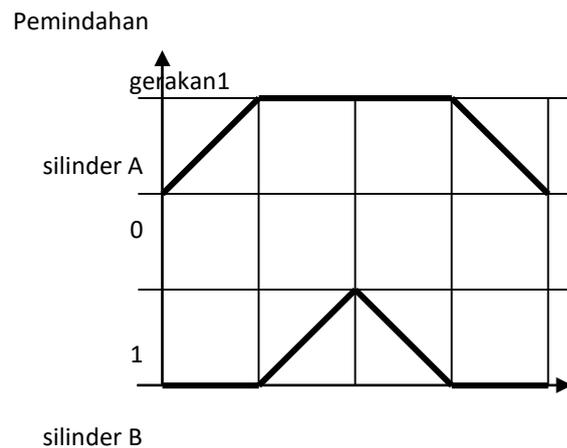


Latihan

1. Jelaskan hal-hal yang harus dipahami untuk menyelesaikan permasalahan sistem otomasi menggunakan sistem kontrol pneumatik dengan metode intuitif.
2. Buatlah diagram kontrol untuk permasalahan di bawah ini, selanjutnya buatlah diagram rangkaiannya.

Permasalahan :

Penyambungan dua buah plat menggunakan sambungan paku keling secara otomatis direncanakan menggunakan sistem kontrol pneumatik pada proses pencekaman dan proses penyambungan. Peletakan dua buah plat dan paku keling serta pengambilan hasil sambungan dilakukan secara manual dengan tangan manusia.



86

L
a
n
g
k
a
h
k
e
r
j
a

3. Buatlah rangkaian sistem kontrol pada soal no 2 sesuai dengan diagram rangkaian yang anda buat.
4. Bak pembersih (cleaning bath) seperti pada sketsa gambar di bawah.

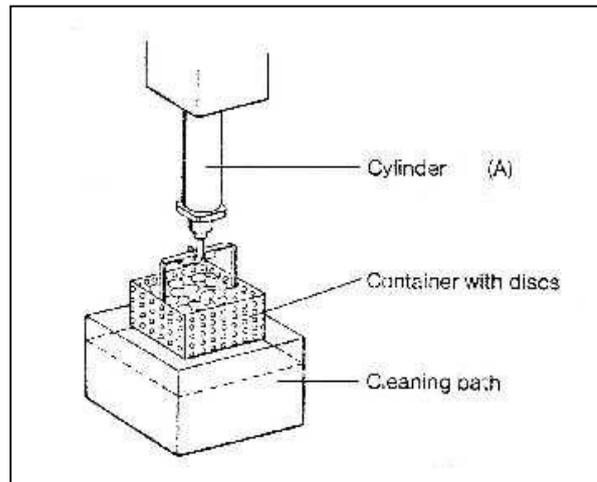
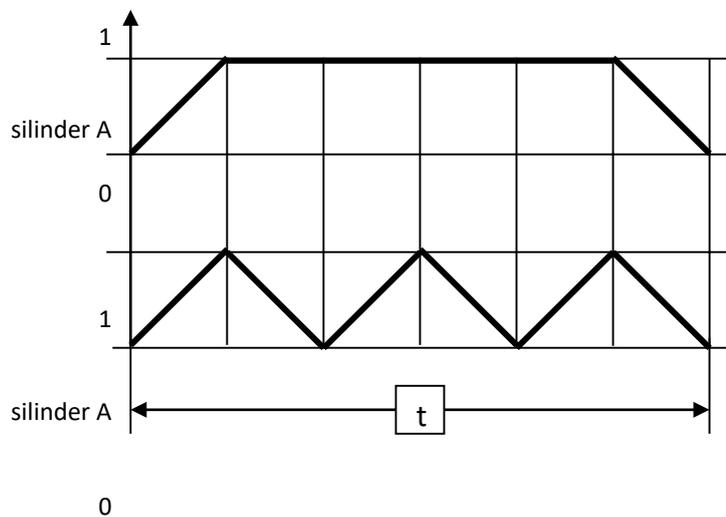


Diagram langkah :



Buat gambar kerja/diagram rangkaian sistem kontrol pneumatik dengan metode intuitif, diagram kontrol dan rangkailah sistem kontrol tersebut sesuai dengan gambar kerja/diagram rangkaian yang anda buat.

BAB X

PENGENALAN SISTEM HIDROLIK

10.1. Definisi

Fluida adalah zat yang bersifat mengalir. Hal ini disebabkan karena molekul-molekulnya mempunyai daya tarik-menarik (kohesi) antar molekul sangat kecil atau bahkan nol. Fluida terdiri atas zat cair (*liquid*) dan zat gas.

Sistem Tenaga Fluida (*Fluid power system*) adalah suatu rangkaian pemindahan tenaga dan / atau pengaturan tenaga dengan menggunakan media (perantara) fluida .Tenaga dari sumber tenaga atau pembangkit tenaga diteruskan oleh fluida melalui saluran fluida , unit- unit pengatur atau control element ke unit penggerak sehingga output dari sistem tersebut dapat kita manfaatkan.

Sistem Hidrolik adalah sistem tenaga fluida yang menggunakan cairan (*liquid*) sebagai media transfer. Cairan hidrolik biasanya berupa oli (oli hidrolik) atau campuran antara oli dan air.

10.2. Penerapan Sistem Hidrolik Di Industri

Tujuan penerapan Sistem Hidrolik di industri antara lain sebagai:

- Media kerja (*Working medium*). Ini berbentuk penyimpanan tenaga berupa tekanan oli, kemudian dengan tenaga yang tersimpan tersebut orang dapat melakukan suatu pekerjaan .
- Otomatisasi.(*Automation*). Pekerjaan yang dilakukan dengan dengan oli yang dikontrol (dikendalikan) dengan sensor-sensor fluida maka sistem tersebut dapat bekerja secara otomatis.

Unit penggerak (Working element) dari sistem hidrolik dapat menampilkan gerakan-gerakan bertenaga sebagai berikut :

- Gerak lurus (maju-mundur atau naik-turun)
- Gerak radius / lengkung (*swive*)
- Gerak putar (*rotary*)

Bidang-bidang industri yang menggunakan atau menerapkan sistem hidrolis se-bagai working medium atau otomatisasi antara lain:

a. Bidang Manufacturing

- Drilling
- Turning
- Milling
- Forming
- Finishing

b. Material Handling

- Clamping
- Shifting
- Positioning
- Orienting

c. Penerapan Umum (di darat , laut dan udara serta pertambangan)

- Packaging
- Feeding
- Metering
- Door or chute control
- Transfer of materials
- Turning and inverting of parts
- Sorting of parts
- Stacking of components

d. Pertahanan / Kemiliteran

- Alat angkat
- Pemutar senjata
- Dsb

10.3. Pengertian Fluida

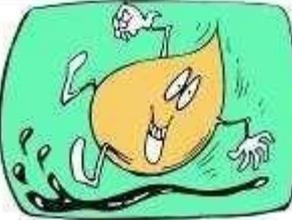
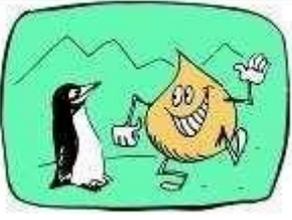
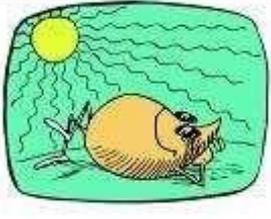
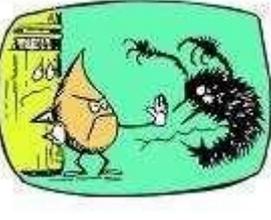
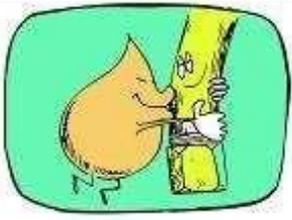
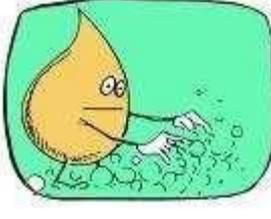
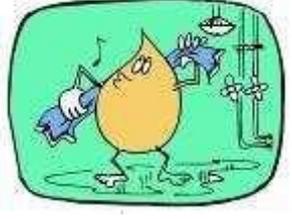
Fungsi Fluida ialah : untuk menghantarkan (mentransfer) atau menyalurkan tenaga yang dibangkitkan oleh pembangkit tenaga (primemover) ke seluruh sirkuit (rangkaiannya) hingga outputnya dapat dilihat pada aktuator. Disamping sebagai fungsi transfer, fluida juga sebagai media otomatisasi atau sebagai media pengendali (Control medium) yaitu untuk mengoperasikan control-control elemen pada sistem tenaga fluida itu sendiri.

Fluida untuk sistem hidrolik ialah : fluida yang berbentuk cairan yang berupa oli atau air campur oli atau oli campur air dan disebut cairan hidrolik. Fluida untuk sistem pneumatik ialah : fluida yang berbentuk gas atau udara dan disebut udara kempa.

Penyimpanan / Pengurusan Fluida :

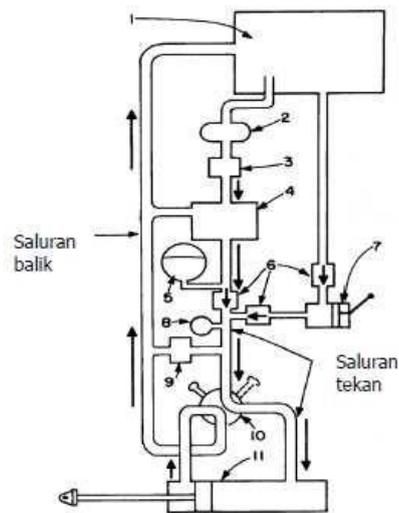
- Untuk fluida cair (liquid) perlu disimpan pada tangki atau disebut tangki oli yang bersih bebas dari debu atau kotoran lain, disimpan pada lokasi yang teduh, jauh dari api dan tertutup rapat
- Untuk fluida gas atau udara disimpan pada tangki udara di lokasi yang bersih, bebas debu , teduh dari panas dan hujan. Setiap kali akan digunakan tangki udara harus dicerat (drain) yaitu dikeluarkan air pengembunan yang ada di dalam tangki.

10.4. Sifat-sifat Oli Hidrolik

	<p>Oli hidrolik harus mampu melumasi komponen hidrolik dimana ia bekerja</p>		<p>Oli hidrolik harus tahan terhadap temperatur rendah tanpa harus membeku.</p>
	<p>Oli hidrolik harus tahan temperatur tinggi tanpa mengalami perubahan kekentalannya.</p>		<p>Oli hidrolik harus dapat bertahan tanpa mengalami perubahan kualitas akibat gangguan kontaminan seperti oksigen (anti oksidasi)</p>
	<p>Oli hidrolik harus mampu mencegah kotoran/endapan atau deposit menempel pada komponen hidrolik (piston, silinder, valve dll)</p>		<p>Oli hidrolik tidak boleh merusak material komponen-komponen hidrolik tempat ia bekerja.</p>
	<p>Oli hidrolik tidak boleh menimbulkan busa atau gelembung udara selama bekerja pada tekanan dan getaran yang tinggi, agar tidak terjadi kavitasi dan penurunan kualitas karena oksidasi.</p>		<p>Oli hidrolik harus dapat membersihkan komponen yang dilaluinya dari kotoran dan mengikatnya agar tidak kembali menempel pada komponen lain.</p>

	<p>Oli hidrolik tidak boleh mudah menyala akibat suhu yang tinggi selama bekerja.</p>		
---	---	--	--

10.5. Sistem Hidrolik Sederhana



Gambar 10.1. Sirkuit hidrolik sederhana

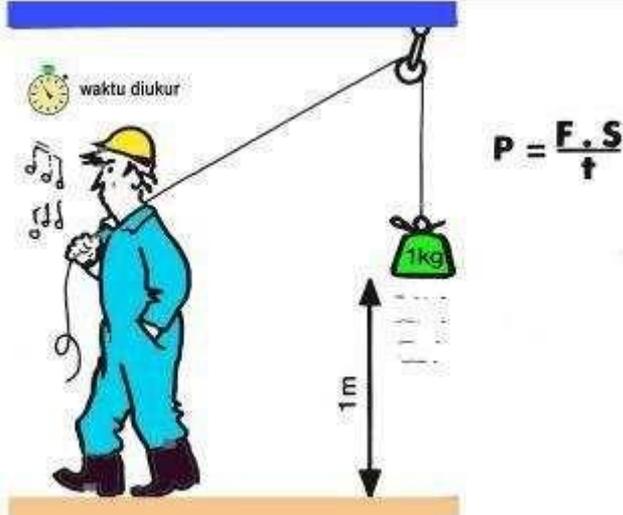
Nama-nama bagian :

1. Reservoir (tangki hidrolik)
2. Pompa
3. Filter
4. Pressure Regulating Valve
5. Accumulator
6. Check Valves
7. Pompa Tangan
8. Pressure Gage
9. Relief Valve
10. Control Valve
11. Actuating Unit/silinder hidrolik

Cara kerjanya sebagai berikut :

Apabila pompa (2) diaktifkan, oli dari tangki (1) tersedot kemudian ditekan melalui saluran tekan, diarahkan oleh control valve (10) ke silinder hidrolis dan mendorong piston maju. Oli di sebelah depan piston terdorong maju terus ke tangki melalui katup pengarah.

10.6. Konsep-konsep Dalam Hidrolik

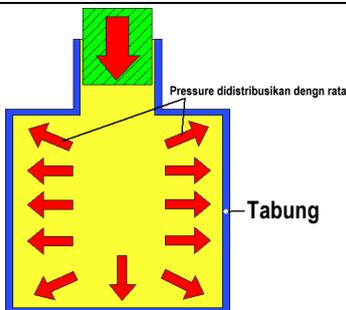
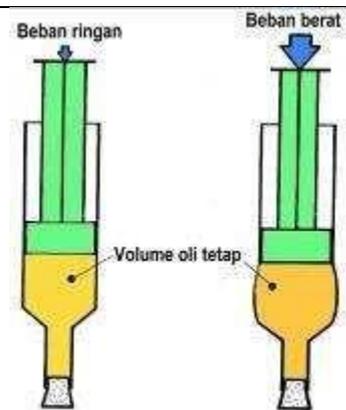
	<p>Berat adalah gaya Besarnya gaya yang dihasilkan oleh suatu benda dengan massa 1 kg adalah 10 Newton , yang diperoleh dari :</p> $F = m \times g = 1 \text{ kg} \times 10 \text{ m/detik}^2 = 10 \text{ kg.m/detik}^2 = 10 \text{ N}$ <p>Dimana : F = gaya yang dihasilkan m = massa benda g = percepatan gravitasi bumi (10 m/detik²)</p>
<p>Usaha (work) adalah besarnya gaya yang dikeluarkan (F= N) untuk memindahkan benda untuk menempuh jarak tertentu (s= m). Pada gambar di samping, seseorang menarik tali hingga benda terangkat sejauh 1 m. Bila ia mengeluarkan gaya sebesar 1 N, maka usaha (work) yang ia lakukan adalah :</p> $W = F \times s = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ N.m.} = 1 \text{ joule}$ <p>Daya (power) adalah besarnya usaha yang dilakukan (W=joule) tiap satu satuan waktu (t = detik). Bila orang tersebut menarik tali selama 1 detik dengan kecepatan konstan, maka ia telah mengeluarkan daya (power) sebesar :</p> $P = W : t = 1 \text{ joule} : 1 \text{ detik} = 1 \text{ joule/detik} = 1 \text{ Watt}$	



Bila orang tersebut menarik tali hingga benda terangkat 1 meter dalam waktu yang lebih singkat, misalnya 0,5 detik, maka ia telah mengeluarkan daya sebesar :

$$P = W : t = (F \times s) : t = 1 \text{ joule} : 0,5 \text{ detik} = 2 \text{ joule/detik} = 2 \text{ Watt}$$

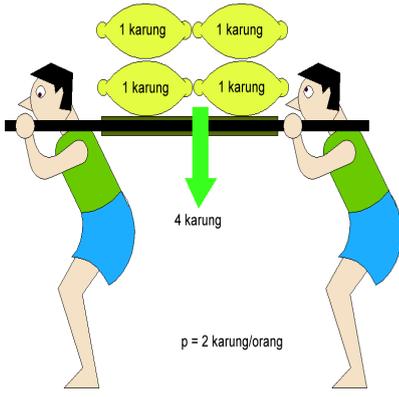
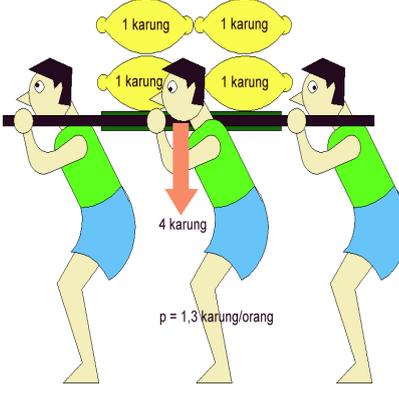
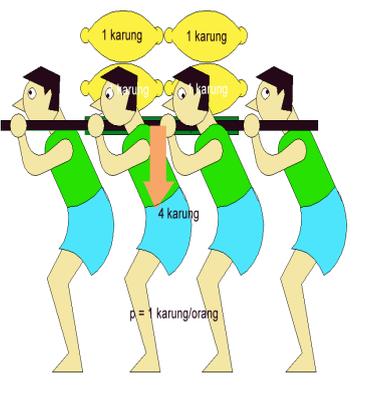
Zat cair tidak dapat dimampatkan (incompressible). Zat cair yang mendapat tekanan di dalam wadah akan tetap mempertahankan volumenya. Bila penekanan diteruskan, salah satu bagian dari wadah harus ditembus oleh zat cair tersebut (bagian dari wadah yang terlemah).



Bila suatu gaya diberikan pada zat cair melalui sumbat, maka gaya tersebut menimbulkan tekanan di dalam zat cair, yang besarnya sama di semua bagian. Pressure didistribusikan oleh oli ke segala arah dengan sama besar (hukum pascal).

Tekanan didefinisikan sebagai besarnya gaya yang harus ditanggung oleh tiap-tiap satu satuan luas bidang kerja. Sebuah gaya (gaya resultan) bekerja pada suatu bidang. Bila diuraikan, gaya resultan tersebut dapat menjadi gaya-gaya yang lebih kecil yang dan banyak dan tersebar merata di seluruh permukaan bidang. Tiap-tiap petak bidang tersebut akan menanggung gaya yang besarnya sama dengan besarnya gaya resultan dibagi banyaknya petakan. Satuan tekanan adalah kgf/cm^2 , lbf/ft^2 , Bar, Atm, mmHg, psi, N/m^2 .



 <p style="text-align: center;">1</p>	 <p style="text-align: center;">2</p>	 <p style="text-align: center;">3</p>
<p>Pada gambar 1, gaya diibaratkan 4 buah karung yang sedang diangkut oleh orang-orang. Pada gambar kiri, hanya 2 orang yang bertugas mengangkutnya. Maka seolah-olah masing-masing orang menanggung 2 berat buah karung. Pada gambar 2, tiga orang bertugas sehingga berat yang harus ditanggung oleh tiap orang adalah 1,3 karung.</p>	<p>Dan pada gambar 3, empat orang yang bertugas sehingga tiap-tiap orang hanya menanggung 1 karung. Dapat disimpulkan bahwa makin banyak orang yang menanggung beban, makin kecil beban yang harus ditanggung tiap-tiap orangnya. Disini jumlah orang mengibaratkan luas penampang dan beban tiap-tiap orang adalah tekanan.</p>	

Latihan

Selesaikanlah soal-soal berikut dengan mengisi titik-titik!

1. Suatu zat yang dapat mengalir disebut zat alir atau
2. Zat alir terdiri atasdan
3. Sistem tenaga fluida yang menggunakan cairan sebagai media transfer disebut.....
4. Bagian-bagian utama dari sistem hidrolik adalah unit tenaga, unit penggerak, dan
5. Keluaran dari sistem hidrolik berupa gerakan bertenaga yaitu gerak putar, gerak lengkung (swifel), dan
6. Pengepresan dan angkat berat biasanya menggunakan sistem.....

BAB XI

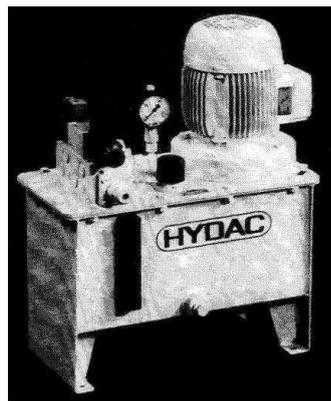
UNIT TENAGA SISTEM HIDROLIK

Unit tenaga atau power pack atau power supply unit berfungsi sebagai pembangkit aliran yaitu mengalirkan cairan hidrolik ke seluruh komponen sistem hidrolik untuk mentransfer tenaga yang diberikan oleh penggerak mula.

Unit tenaga terdiri atas :

- Penggerak mula (Primemover) yang berupa motor listrik atau motor bakar. Penggerak mula menghasilkan tenaga mekanik berupa putaran poros, yaitu dari hasil perubahan tenaga listrik atau tenaga panas menjadi tenaga mekanik.
- Pompa hidrolik berfungsi membangkitkan aliran fluida atau mengalirkan cairan hidrolik ke seluruh sistem. Poros pompa hidrolik disambung (dikopel) dengan poros penggerak mula, sehingga begitu penggerak mula berputar maka pompa hidrolik pun berputar. Putaran pompa ini akan menyebabkan terjadinya penyedotan cairan dari tangki hidrolik dan penekanan/pengaliran cairan ke saluran tekan.
- Tangki hidrolik yang fungsi utamanya adalah menampung atau menjadi wadah cairan hidrolik, merupakan kelengkapan unit tenaga yang membantu unit ini bekerja dengan baik.

Gambar 11.1 menunjukkan salah satu contoh satu paket unit tenaga dari salah satu pesawat / mesin yang menggunakan sistem hidrolik.



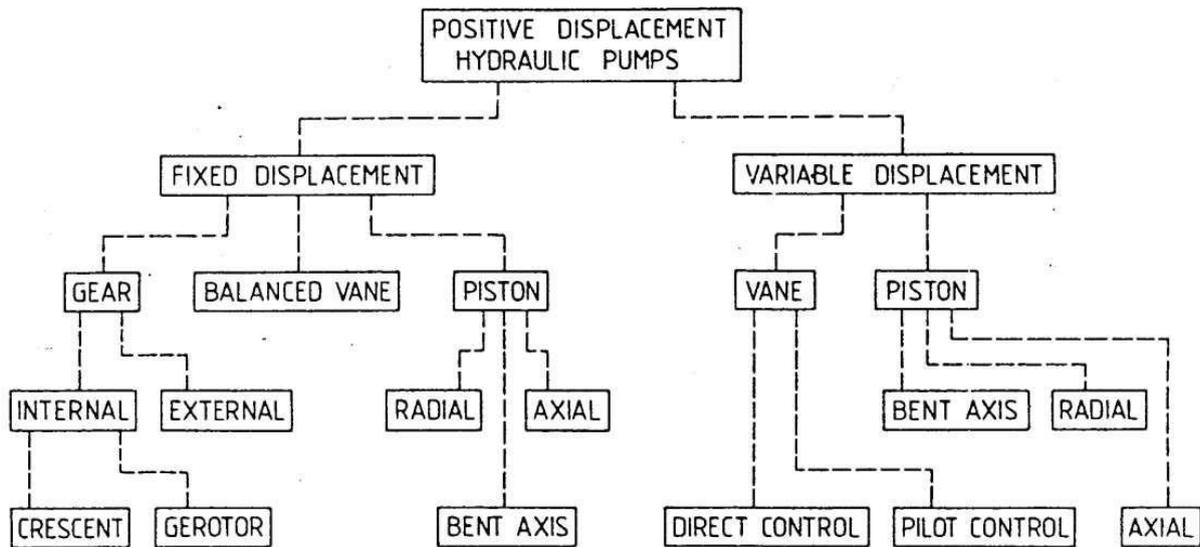
Gambar 11.1. Power Pack

11.1. Pompa Hidrolik

Secara garis besar pompa hidrolik ada dua macam yaitu :

- Fixed displacement Pumps
- Variable displacement Pumps.

Sedangkan macam-macamnya dapat kita lihat pada skema berikut:

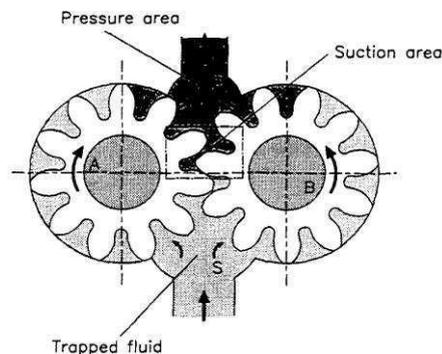


Gambar 11.2. Skema macam-macam pompa hidrolik

Pompa roda gigi luar (External Gear Pump)

Pompa roda gigi luar terdiri atas bagian utama yaitu :

- Rumah pompa
- Sepasang roda gigi luar yang bertautan secara presisi di dalam rumah pompa tersebut
- Penggerak mula (prime mover) yang porosnya dikopel dengan poros
- driver gear.

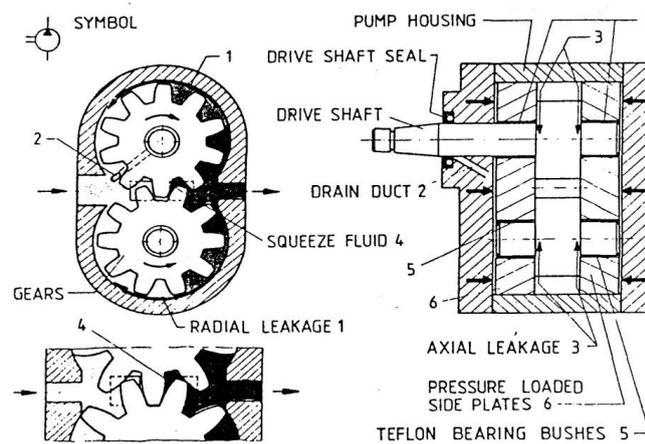


Gambar 11.3. Prinsip kerja pompa roda gigi

Gambar 11.3 menunjukkan salah satu contoh pompa hidrolis dan termasuk jenis pompa roda gigi. Roda gigi penggerak diputar oleh penggerak mula sehingga dengan berputarnya pasangan roda gigi itu terjadilah proses pemompaan oli dari tangki hidrolis, dipompakan ke seluruh sistem.

Dari perputaran sepasang roda gigi terjadilah daya hisap (tanda kotak) kemudian cairan (oli) ditangkap di antara celah gigi dan rumah pompa dan diteruskan ke saluran tekan (outlet).

Dapat kita lihat bahwa tekanan yang cukup besar terjadi pada sisi saluran tekan yang juga akan berakibat menekan pada poros roda gigi dan bearingnya. Hal ini akan menjadikan gesekan mekanis pada bearing pun semakin besar. Juga akan terjadi tekanan lebih seal (perapat) pada poros. Untuk mengatasi hal ini maka dibuatlah drain duct (saluran pencerat) untuk mengurangi tekanan lebih. Gambar 11.4 menunjukkan external gear pump.

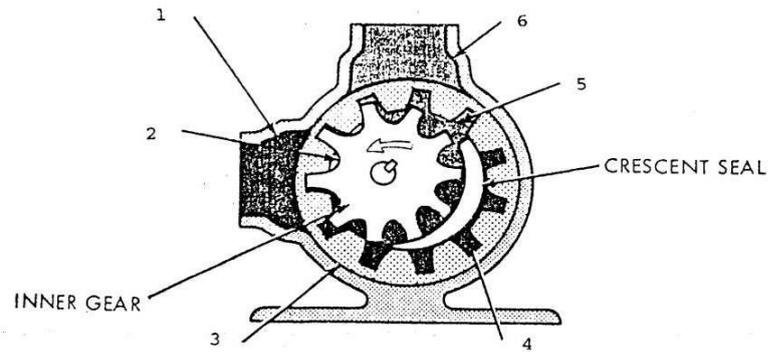


Gambar 11.4. External gear pump

Pompa roda gigi dalam tipe CRESCCENT

Pompa ini cocok untuk tekanan tinggi dan untuk cairan hidrolis yang bervariasi. Ukurannya lebih kecil dari external gear pump pada penghasilan pompa yang sama dan tingkat kebisingannya lebih kecil.

Seperti external gear pump, pompa ini juga termasuk pressure unbalanced. Cara kerja pompa ini dapat dilihat pada gambar 11.5 berikut ini :



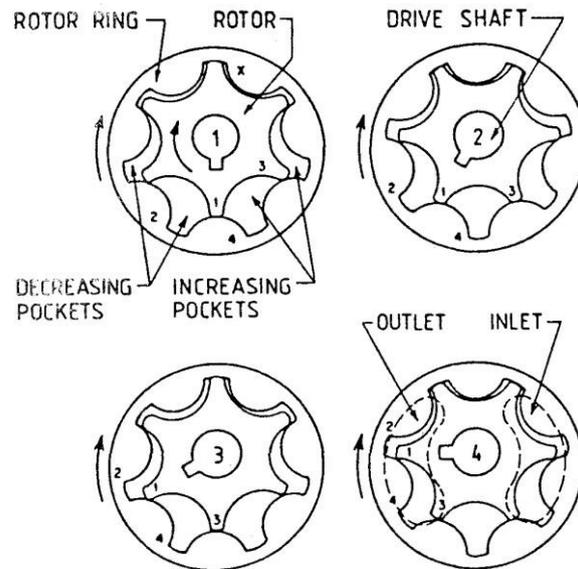
Gambar 11.5. Pompa roda gigi tipe Crescent

Keterangan gambar 11.5 :

1. Saluran oli masuk (inlet)
2. Oli masuk oleh sedotan roda gigi yang berputar.
3. Penyedotan terjadi kerana adanya rongga antara gigi iner dan outer ring gear
4. Terjadinya penyedotan di ruang No: 4 ini.
5. Di titik No 5 ini oli didesak/ditekan oleh pasangan gigi.
6. Saluran tekan (outlet)

Pompa roda gigi dalam type GEROTOR

Pompa ini terdiri atas inner rotor yang dipasak dengan poros penggerak dan rotor ring. Rotor ring atau outer rotor yang merupakan roda gigi dalam diputar oleh inner rotor yang mempunyai jumlah gigi satu lebih kecil dari jumlah gigi outer ring gear. Ini bertujuan untuk membentuk rongga pemompaan. Inner rotor dan outer rotor berputar searah.

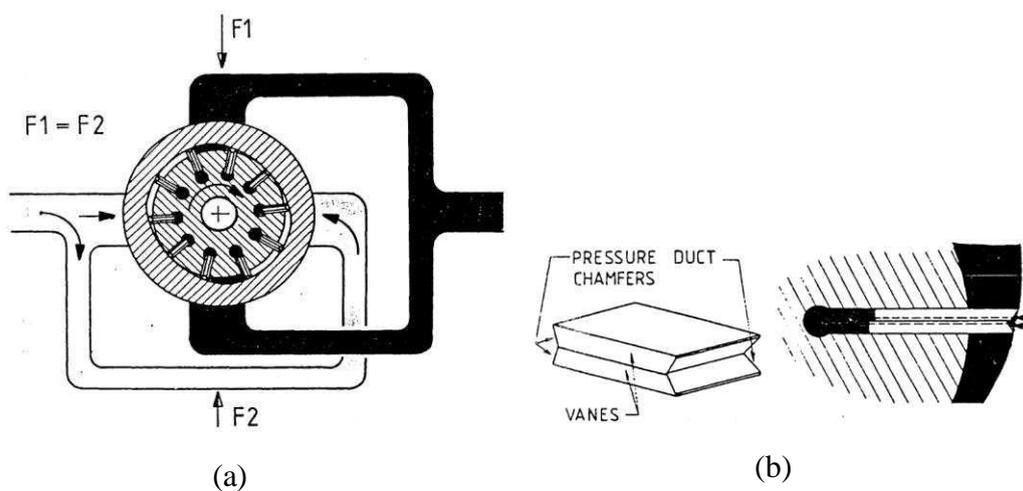


Gambar 11.6. Pompa roda gigi tipe Gerotor

Balanced Vane (Pompa Kipas)

Pompa ini menggunakan rumah pompa yang bagian dalamnya berbentuk elips dan terdapat dua buah lubang pemasukan (inlet) serta dua buah lubang pengeluaran outlet yang posisinya saling berlawanan arah. Dibuat demikian agar tekanan radial dari cairan hidrolik saling meniadakan sehingga terjadilah keseimbangan (balanced)

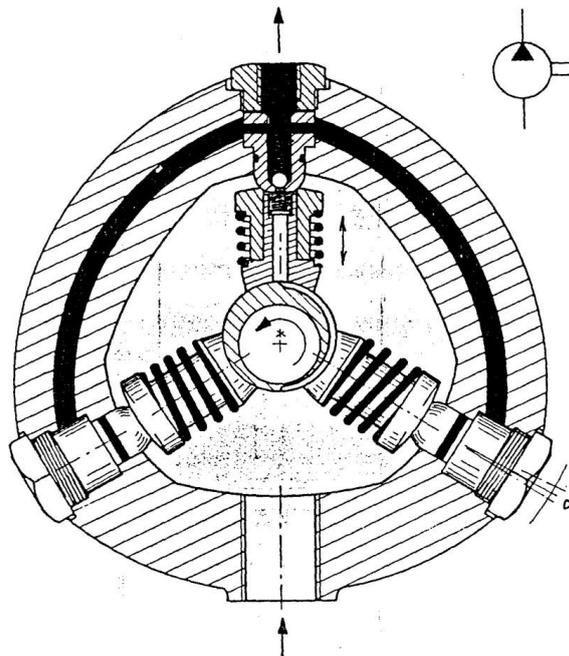
Vane (kipas) yang bentuknya seperti gambar 11.7 (b) dipasang pada poros beralur (slots) dan karena adanya gaya sentrifugal selama rotor berputar maka vane selalu merapat pada rumah pompa sehingga terjadilah proses pemompaan.



Gambar 11.7. Pompa kipas

Pompa Torak Radial (Radial Piston Pump)

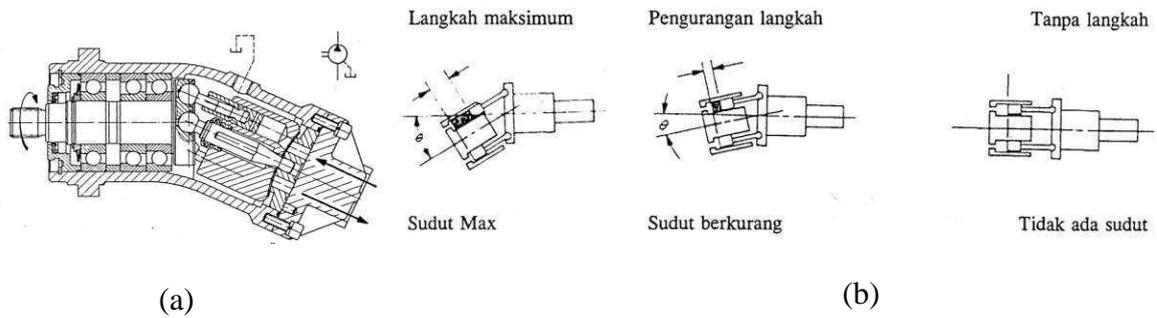
Pompa piston ini gerakan pemompaannya radial yaitu tegak lurus poros. Piston digerakkan oleh sebuah poros engkol (eccentric crankshaft) sehingga besar langkah piston adalah sebesar jari-jari poros engkol. Penghisapan terjadi pada waktu piston terbuka sehingga oli hidrolis dari crankshaft masuk ke dalam silinder. Pada langkah pemompaan cairan ditekan dari setiap silinder melalui check valve ke saluran tekan. Pompa ini dapat mencapai tekanan hingga 63 MPa.



Gambar 11.8. Pompa torak radial

Pompa torak dengan poros tekuk (Bent axis piston pump)

Pada pompa ini blok silinder berputar pada suatu sudut untuk dapat memutar poros. Batang torak dipasang pada flens poros penggerak dengan menggunakan ball joint. Besar langkah piston tergantung pada besar sudut tekuk. Gerakan langkah torak dapat kita lihat pada gambar 11.9 (b).

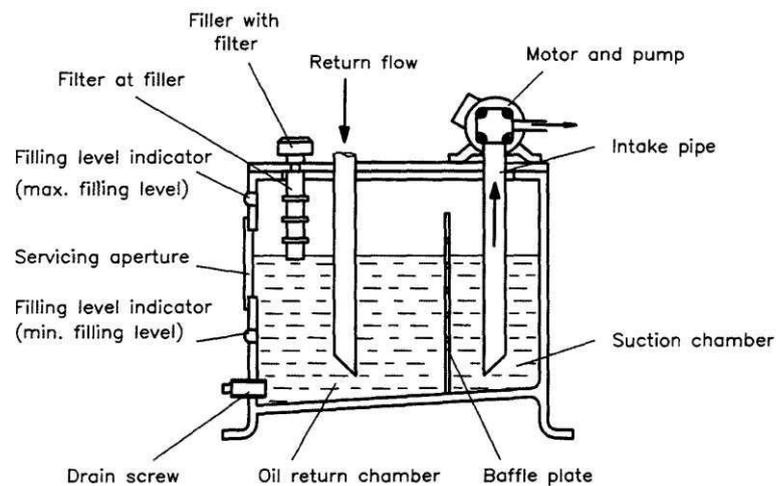


Gambar 11.9. Pompa torak dengan poros tekuk

11.2. Tangki Hidrolik

Tangki hidrolik berfungsi sebagai penampung cairan hidrolik setelah beredar ke seluruh sistem. Oleh karena itu volume tangki hidrolik harus mampu menampung cairan hidrolik dari seluruh sistem dan reserve yang selalu ada di dalam tangki.

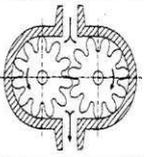
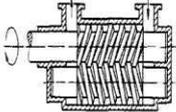
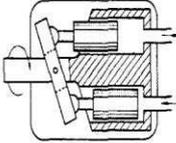
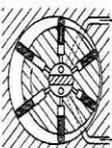
Ketentuan yang perlu diingat ialah bahwa volume tangki hidrolik berkisar antara 3 – 5 kali volume Seluruh cairan yang beredar ke dalam sistem. Gambar 11.10 menunjukkan sebuah tangki hidrolik terbuka.



Gambar 11.10. Tangki hidrolik

11.3. Pemilihan pompa hidrolik

Tabel pada gambar 11.11 berikut ini menunjukkan perbandingan karakteristik bermacam-macam pompa hidrolik, sebagai petunjuk untuk memilih pompa agar sesuai dengan kebutuhan.

	Types of design	Speed range $\frac{1}{\text{min}}$	Displacement volume (cm^3)	Nominal pressure (bar)	Total efficiency
	Gear pump, externally toothed	500 - 3500	1.2 - 250	63 - 160	0.8 - 0.91
	Gear pump, internally toothed	500 - 3500	4 - 250	160 - 250	0.8 - 0.91
	Screw pump	500 - 4000	4 - 630	25 - 160	0.7 - 0.84
	Rotary vane pump	960 - 3000	5 - 160	100 - 160	0.8 - 0.93
	Axial piston pump - 3000	100	200	0.82 - 0.92
		750 - 3000	25 - 800	160 - 250	0.82 - 0.92
		750 - 3000	25 - 800	160 - 320	0.8 - 0.92
	Radial piston pump	960 - 3000	5 - 160	160 - 320	0.90

Gambar 11.11. Tabel karakteristik pompa

Latihan

Selesaikan soal-soal berikut dengan mengisi titik-titik yang tersedia!

1. Unit tenaga pada sistem hidrolik terdiri atas:

- a)
- b)
- c)

- d)
- 2. Fungsi pompa hidrolik ialah untuk
- 3. Macam-macam pompa hidrolik anantara lain :
 - a)
 - b)
 - c)
 - d)
- 4. Penggerak pompa hidrolik dapat berupa motor listrik atau
- 5. Apabila menghendaki tekanan fluida yang tinggi maka kita pilih pompa jenis
- 6. Tangki hidrolik berfungsi untuk
- 7. Ukuran volume tangki hidrolik adalah
- 8. Fungsi baffle plate dalam tangki hidrolik adalah sebagai berikut:
 - a)
 - b)
 - c)

BAB XII

UNIT PENGATUR (CONTROL ELEMENT)

Cara-cara pengaturan/pengendalian di dalam sistem hidrolik susunan urutannya dapat kita jelaskan sebagai berikut :

- Isyarat (Signal) masukan atau input element mendapat energi langsung dari pembangkit aliran fluida (pompa hidrolik) yang kemudian diteruskan ke pemroses sinyal.
- Isyarat pemroses atau processing element yang memproses sinyal masukan secara logic untuk diteruskan ke final control element.
- Sinyal pengendali akhir (Final control element), akan mengarahkan out put yaitu arah gerakan aktuator (Working element) dan ini merupakan hasil akhir dari sistem hidrolik .

Komponen-komponen kontrol tersebut di atas biasa disebut katup-katup.

Menurut desain konstruksinya katup-katup tersebut dikelompokkan sebagai berikut :

- a) Katup Poppet (Poppet Valves) yaitu apabila untuk menutup katup tersebut dengan cara menekan anak katup (bola atau kones atau piringan) pada dudukan .

Menurut jenis anak katupnya , katup poppet digolongkan menjadi :

- ✓ Katup bola (Ball seat valves)
- ✓ Katup kones (Cone popet valves)
- ✓ Katup Piringan (Disc seat valves)

- b) Katup Geser (Slide valves)

- ✓ Longitudinal Slide
- ✓ Plate Slide (Rotary slide valve)

Menurut fungsinya katup-katup dikelompokkan sebagai berikut :

- a) Katup pengarah (Directional control valves)
- b) Katup pengatur tekanan (Pressure cotrol valves)
- c) Katup pengontrol aliran (Flow control valves)

12.1. Katup Pengarah (Directional Control Valves)

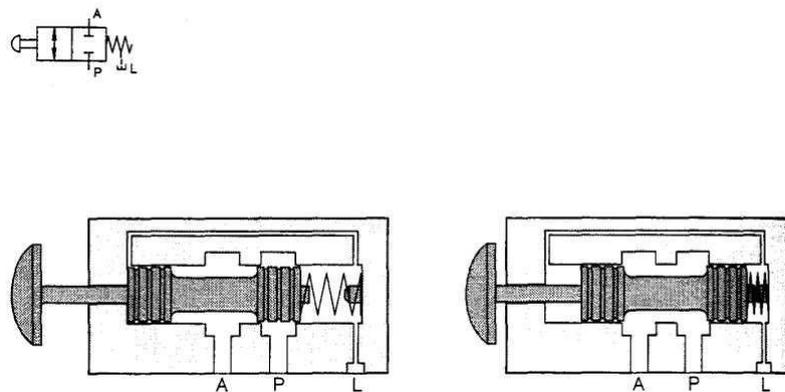
Katup ini berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan arah cairan hidrolik yang akan bekerja menggerakkan aktuator. Dengan kata lain, katup ini berfungsi untuk mengendalikan arah gerakan aktuator .

Katup pengarah diberi nama berdasarkan :

- Jumlah lubang / saluran kerja (port)
- Jumlah posisi kerja
- Jenis penggerak katup
- Nama tambahan lain sesuai dengan karakteristik katup.

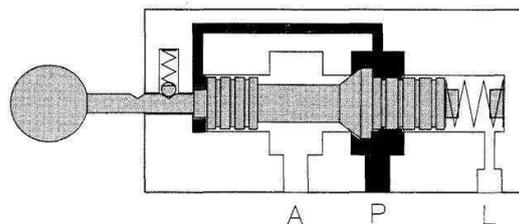
Berikut ini contoh-contoh katup pengarah dan namanya :

Gambar 12.1 menunjukkan katup 2 / 2, sliding valve, penggerak tombol, pembalik pegas, posisi normal menutup, termasuk jenis katup geser (sliding valve)



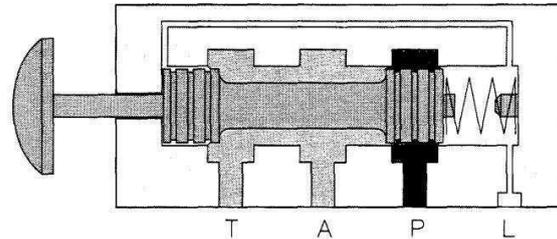
Gambar 12.1. Katup pengarah 2/2 penggerak tombol pembalik pegas

Gambar 12.2 menunjukkan katup 2 / 2 , penggerak manual, dengan pengunci , pembalik pegas dan katup ini termasuk jenis popet cones.



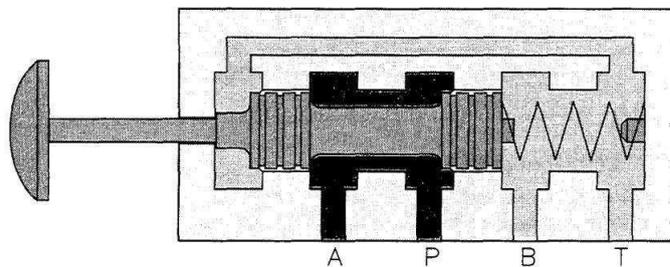
Gambar 12.2. Katup 2 / 2 , penggerak manual, dengan pengunci , pembalik pegas

Gambar 12.3 adalah katup 3/2 penggerak tombol, pembalik pegas normal menutup.



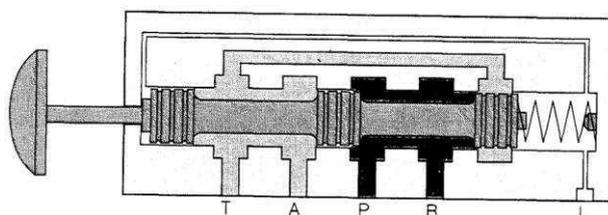
Gambar 12.3. Katup 3/2 penggerak tombol, pembalik pegas normal menutup

Gambar 12.4 adalah katup 4/2.penggerak tombol , pembalik pegas (4/2 DCV push-button actuated, spring centered), termasuk jenis katup geser (sliding valves).



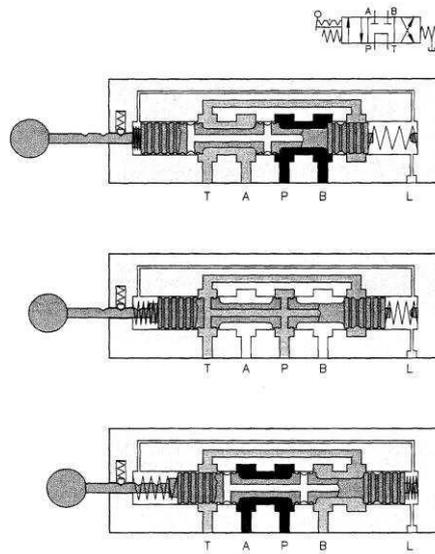
Gambar 12.4. Katup 4/2.penggerak tombol , pembalik pegas (4/2 DCV push-button actuated, spring centered)

Gambar 12.5 adalah katup 4/2.penggerak tombol , pembalik pegas (4/2.DCV.push button actuated, spring centered) termasuk jenis katup geser dengan tiga piston pengatur.



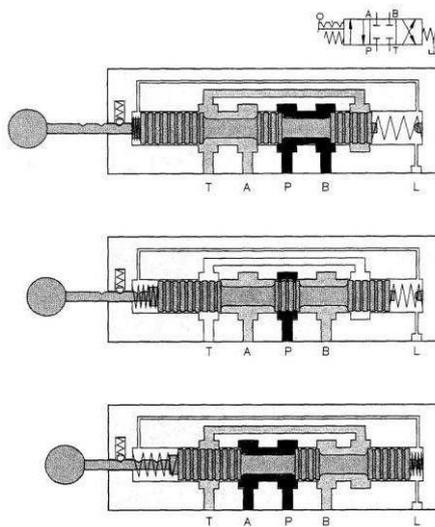
Gambar 12.5. Katup 4/2.penggerak tombol , pembalik pegas (4/2.DCV.push button actuated, spring centered)

Gambar 12.6 adalah katup 4/3 Manually, menggunakan pengunci (detent), pembalik pegas,, dengan by-pas ke pompa (re-circulating).



Gambar 12.6. Katup 4/3 Manually, menggunakan pengunci (detent), pembalik pegas,, dengan by-pas ke pompa (re-circulating)

Gambar 12.7 adalah katup 4/3 , penggerak manual, dengan pengunci, pembalik pegas dan normal menutup.

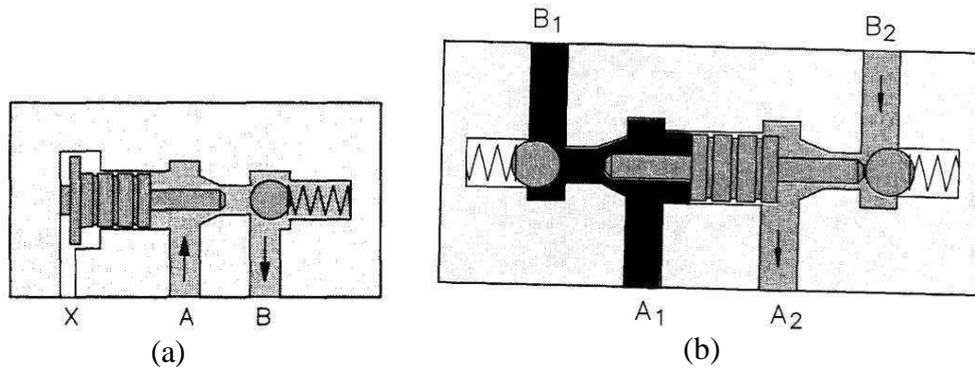


Gambar 12.7. Katup 4/3 , penggerak manual, dengan pengunci, pembalik pegas dan normal menutup

12.2. Katub satu arah (Non Return Valves)

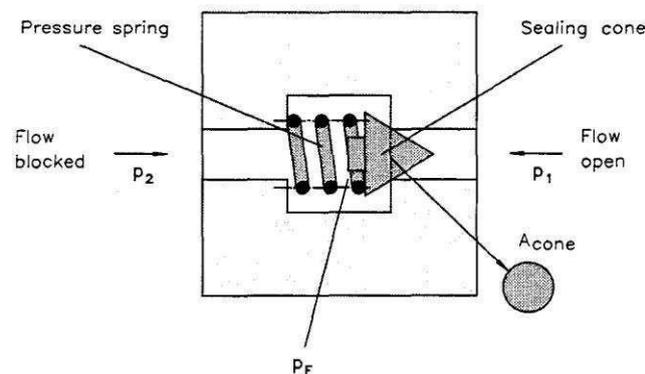
Katub ini berfungsi untuk mengatur aliran fluida hanya satu arah saja yaitu bila fluida telah melewati katub tersebut maka fluida tidak dapat berbalik arah.

Macam-macam katub searah



Gambar 12.8. (a) De-lockable non-return valve (b) De-lockable double non-return valve

Gambar 12.9 adalah katub yang disebut check valve



Gambar 12.9. Katub check valve

Cairan hidrolik dengan tekanan p_1 akan mengangkat popet cones sehingga cairan dapat mengalir .

Agar tekanan p_1 dapat mengangkat popet :

$$P_1 > p_2 + p_F$$

12.3. Katub pengatur aliran (Flow Control Valve)

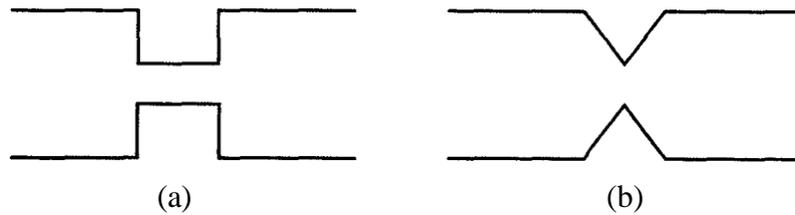
Katub ini berfungsi untuk mengontrol /mengendalikan besar kecilnya aliran cairan hidrolik. Hal ini diasumsikan bahwa besarnya aliran yaitu jumlah volume cairan hidrolik yang mengalir akan mempengaruhi kecepatan gerak aktuator.

Macam-macam flow control :

- a. Fix flow control yaitu besarnya lubang laluan tetap (tidak dapat disetel)
- b. Adjustable flow control yaitu lubang laluan dapat disetel dengan baut penyetel .
- c. Adjustable flow control dengan check valve by pass.

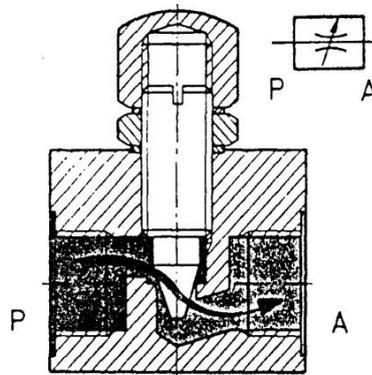
Konstruksi pokok dari flow control ada dua macam yaitu :

- Restrictor (Gambar 12.10 (a))
- Orifice (Gambar 12.10 (b))



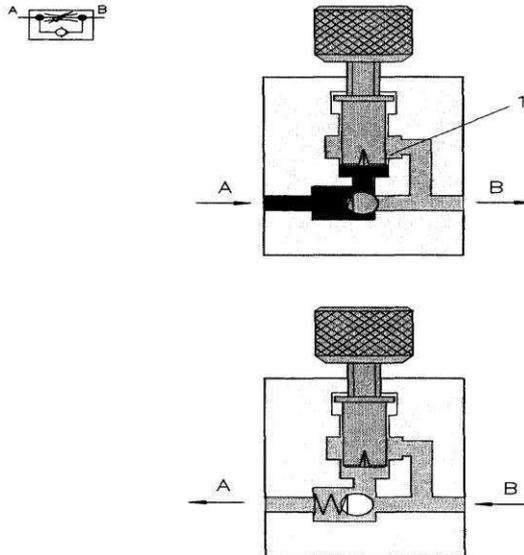
Gambar 12.10. Konstruksi pokok dari flow control

Gambar 12.11 adalah salah satu contoh katup pengatur aliran (flow control) yang dapat disetel. Apabila baut penyetel diputar kanan misalnya maka saluran akan semakin sempit sehingga cairan yang mengalir semakin sedikit. Dengan semakin kecilnya aliran fluida maka tenaga yang ditransfer pun akan semakin kecil pula.



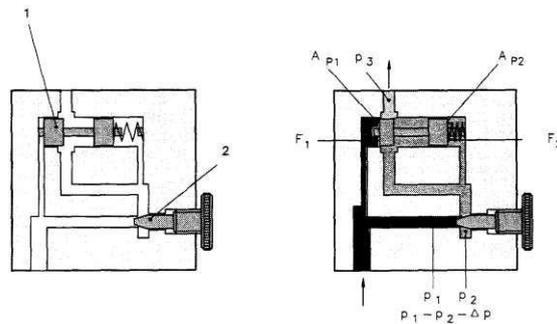
Gambar 12.11. Contoh katup pengatur aliran (flow control) yang dapat disetel

Gambar 12.12 berikut ini menunjukkan flow control satu arah, yaitu dari arah A ke B diatur dan dari arah B ke A aliran fluida penuh



Gambar 12.12. Flow control satu arah

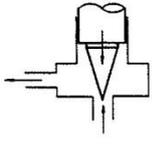
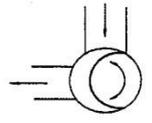
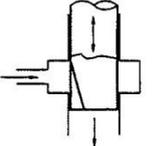
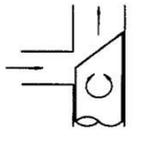
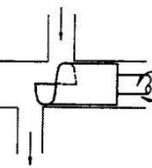
Gambar 12.13 di bawah ini menunjukkan flow control dua arah dan dapat disetel



Gambar 12.13. Flow control dua arah dan dapat disetel

Tabel 12.1 berikut ini menunjukkan macam-macam bentuk restrictor dan karakteristiknya.

Tabel 12.1. Macam-macam bentuk restrictor dan karakteristiknya

Type	Resistance	Dependence on viscosity	Ease of adjustment	Design
<p>Needle restrictor</p> 	Increase in velocity, high friction owing to long throttling path	Considerable owing to high friction	Excessive cross-sectional enlargement with a short adjustment travel, unfavourable ratio area to control surface	Economical, simple design
<p>Circumferential restrictor</p> 	As above	As above, but lower than for the needle restrictor	Steadier cross-sectional enlargement, even ratio area to control surface, total adjustment travel only 90°	Economical, simple design, more complicated than the needle restrictor
<p>Longitudinal restrictor</p> 	As above	As above	As above, however sensitive adjustment owing to long adjustment travel	As for circumferential restrictor
<p>Gap restrictor</p> 	Majority: increase in velocity, low friction, short throttling path	Low	Unfavourable, even cross-sectional enlargement, adjustment travel of 180°	Economical
<p>Gap restrictor with helix</p> 	Increase in velocity, maximum friction	Independent	Sensitive, even cross-sectional enlargement, adjustment travel of 360°	Expensive to produce helix

12.4. Katup Pengatur Tekanan

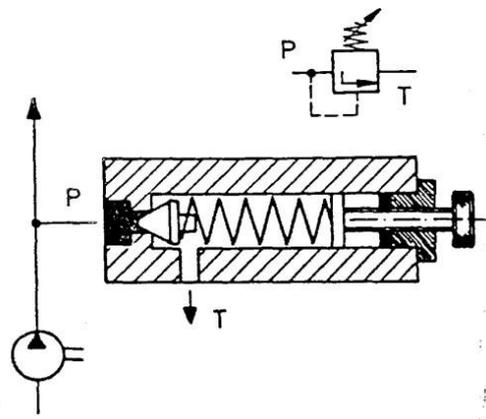
Ada beberapa macam jenisnya antara lain seperti berikut ini:

a. Pressure Relief Valve

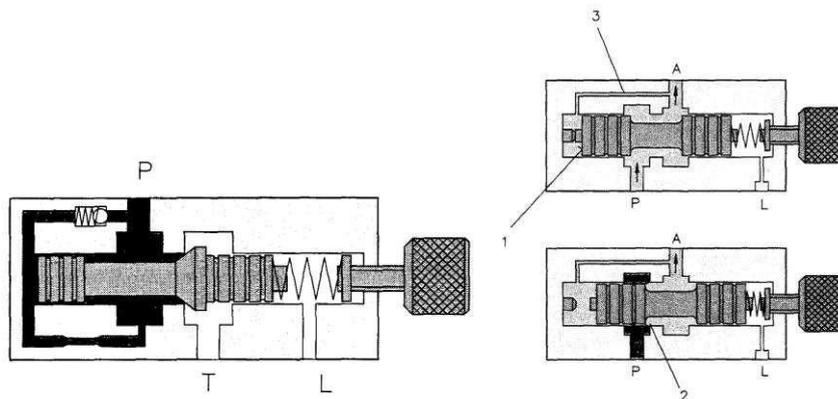
Katup ini berfungsi untuk membatasi tekanan kerja maksimum pada sistem (pengaman). Apabila terjadi tekanan lebih maka katup out-let akan terbuka dan tekanan

fluida lebih dibuang ke tangki. Jadi tekanan fluida yang mengalir ke sistem tetap aman. Katup ini juga dapat berfungsi sebagai sequence valve yaitu apabila dia dihubungkan dengan aktuator lain. Bila saluran pada aktuator pertama telah mencapai tekanan penuh maka katup akan membuka saluran ke aktuator kedua.

Gambar 12.14 menunjukkan salah satu katup pengatur tekanan yang sederhana. Apabila tekanan cairan hidrolik berlebihan maka dia akan masuk ke katup pengatur tekanan melalui saluran (lubang) P dan mampu mendorong katup popet atau peluru yang ditahan oleh pegas sehingga cairan keluar melalui T terus ke tangki.



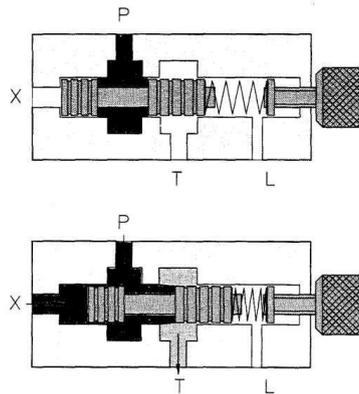
Gambar 12.14. Relief valve sederhana



Gambar 12.15. (a) Relief valve dengan inter-nally controlled (b) Relief valve dengan externally controlled

b. Pressure Regulator

Pressure regulator berfungsi untuk mengurangi tekanan input atau tekanan kerja menjadi tekanan tertentu. Hal ini digunakan apabila dalam satu sistem terdapat perbedaan kebutuhan tekanan bagi setiap aktuatornya. Sering juga ini disebut sebagai reducing valve.



Gambar 12.16. Reducing vave

Latihan

Selesaikan soal-soal berikut dengan cara mengisi titik-titik yang ada!

1. Fungsi katup-katup pada sistem hidrolik adalah.....
2. Katup popet dapat berbentuk bola, atau.....atau.....
3. Katup geser longitudinal menggunakan piston katup atau disebut
4. Katup pengarah atau directional control valve berfungsi untuk.....
5. Untuk membatasi tekanan kerja sistem digunakan katup.....
6. Bila kita memerlukan pengaturan aliran fluida yang bervariasi, kita menggunakan
7. Non return valve atau katup satu arah juga disebut.....
8. Lubang atau saluran yang ada kode dengan huruf L berfungsi untuk.....

BAB XIII

PENGERAK (AKTUATOR)

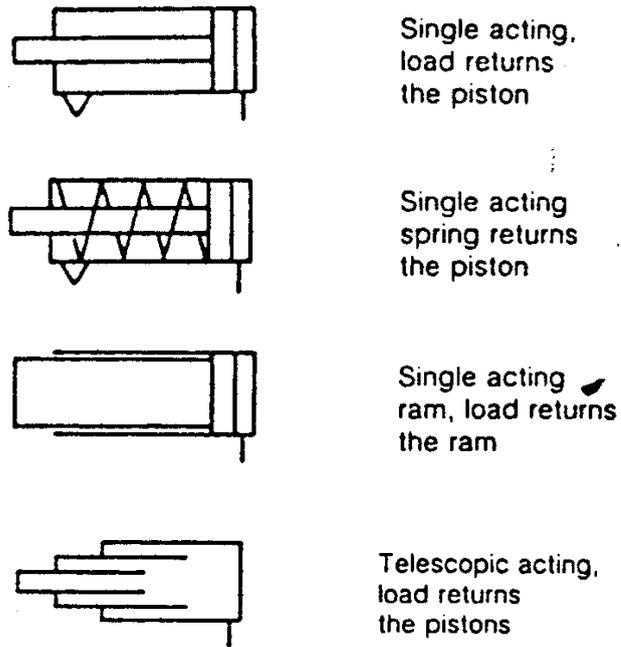
Unit penggerak hidrolis berfungsi untuk mengubah tenaga fluida (tenaga yang ditransfer oleh fluida) menjadi tenaga mekanik berupa gerakan lurus ataupun gerakan putar.

Penggerak hidrolis dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

- Penggerak lurus (Linear actuator):
 - Silinder kerja tunggal.
 - Silinder kerja ganda.
- Penggerak putar (Rotary actuator):
 - Motor hidrolis.
- Penggerak putar terbatas (Limited rotary actuator).

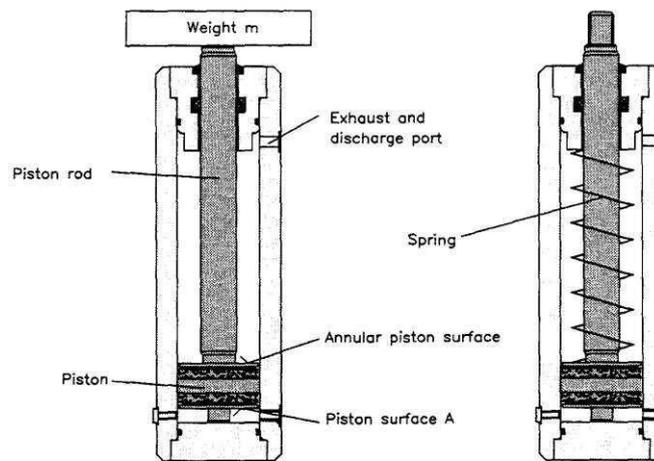
13.1. Single Acting Cylinder

Silinder ini mendapat suplai udara hanya dari satu sisi saja. Untuk mengembalikan ke posisi semula biasanya digunakan pegas atau kembali karena beratnya sendiri atau beban. Silinder kerja tunggal hanya dapat memberikan tenaga pada satu sisi saja. Ada beberapa jenis silinder kerja tunggal ini dan dapat kita lihat pada gambar berikut.



Gambar 13.1. Reducing vave

Gambar 13.2 di bawah ini menunjukkan sebuah silinder hidrolik kerja tunggal, artinya silinder ini mendapat suplai tenaga (dorongan cairan hidrolik) hanya dari satu sisi. Kemudian piston kembali oleh dorongan beban (kiri) dan piston kembali oleh pegas (kanan).

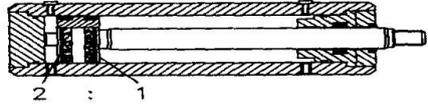
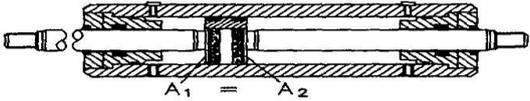
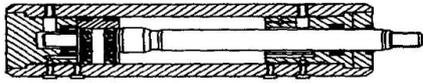
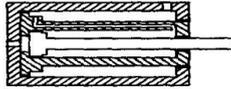
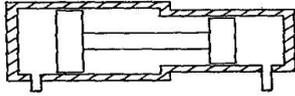


Gambar 13.2. Silinder hidrolik kerja tunggal

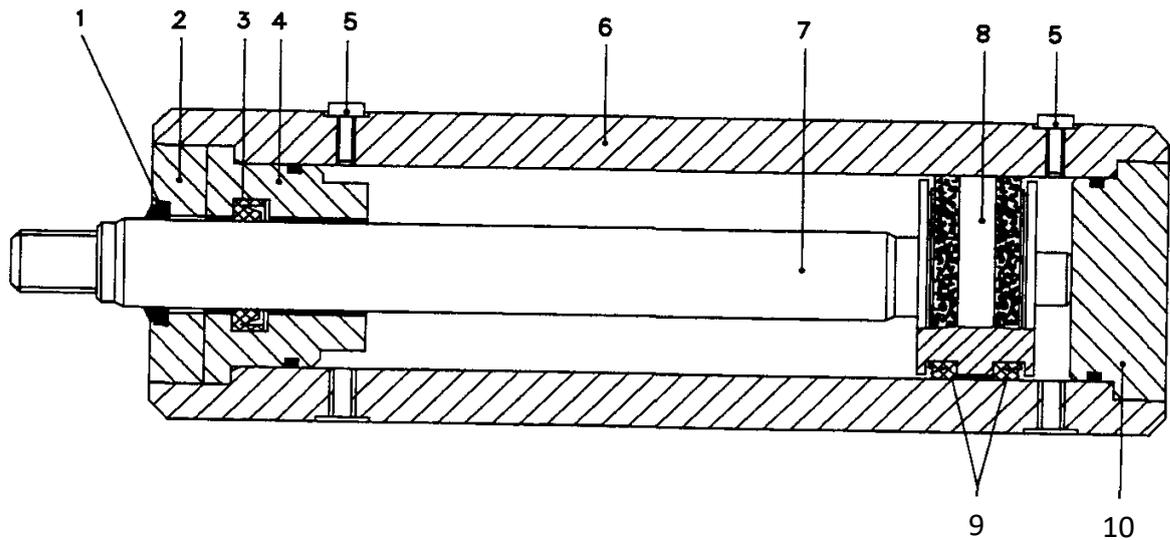
13.2. Double Acting Cylinder (Silinder Kerja Ganda)

Silinder ini mendapat suplai aliran liquid dari dua sisi. Konstruksinya hampir sama dengan silinder kerja tunggal. Keuntungannya adalah bahwa silinder ini dapat memberikan tenaga pada kedua belah sisinya. Silinder kerja ganda ada yang memiliki batang torak (piston

rod) pada satu sisi dan ada pula yang pada kedua sisi. Konstruksi mana yang akan dipilih tentu saja harus disesuaikan dengan kebutuhan. (Lihat tabel berikut)

Differential cylinder	Area ratio 2:1 (piston surface annular piston surface) piston return stroke twice as fast as advance stroke	
Synchronous cylinder	Pressurised area of equal size. Advance and return speeds identical	
Cylinder with end-position cushioning	To moderate the speed in the case of large masses and prevent a hard impact	
Telescopic cylinder	Longer strokes	
Pressure intensifier	Increases pressure	
Tandem cylinder	When large forces are required and only small cylinder dimensions are possible.	

Gambar 13.3 di bawah ini menunjukkan silinder kerja ganda, yaitu suplai cairan hidrolik dari kedua sisi silinder. Dua buah saluran masuk dapat kita lihat pada bagian bawah silinder yaitu bagian yang tidak bernomor.



Gambar 13.3. Silinder hidrolis kerja ganda

Nama-nama bagian :

1. Seal penyapu (wiper seal).
2. Mur pengunci (lock nut).
3. Seal batang torak (piston rod seal).
4. Bearing (bantalan) batang torak.
5. Baut lubang angin (venting screw).
6. Bodi atau tabung silinder (cylinder barrel).
7. Batang torak (piston rod).
8. Torak (piston).
9. Tutup silinder (cylinder cap).
10. Seal torak (ring piston).

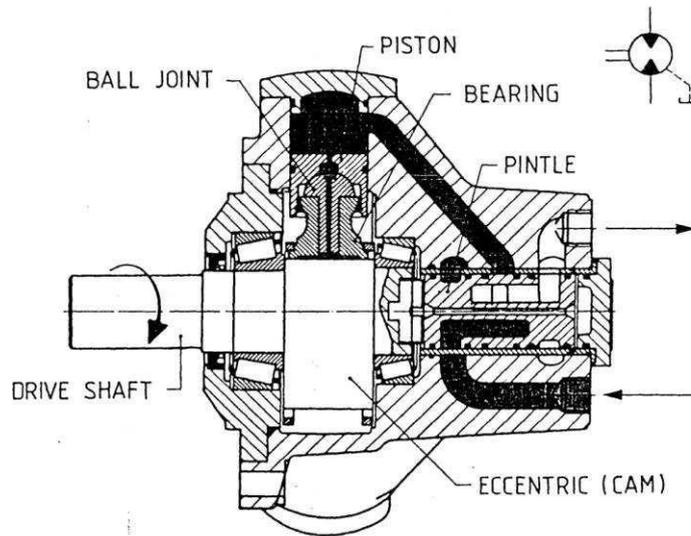
13.3. Hydraulic Motor (Motor Hidrolis)

Motor hidrolis mengubah energi fluida (aliran liquid) menjadi gerakan putar mekanik yang kontinyu. Motor hidrolis ini telah cukup berkembang dan penggunaannya telah cukup meluas.

Macam-macam motor hidrolis adalah sebagai berikut :

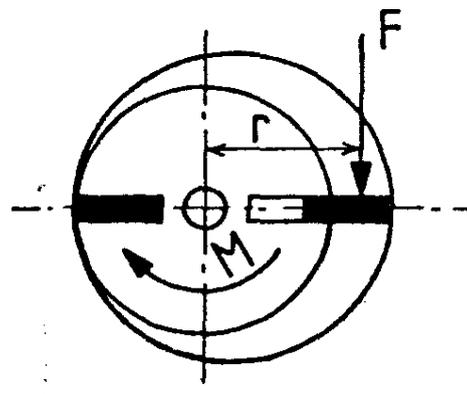
- Piston Hydraulic Motor
- Sliding Vane Motor
- Gear Motor

Berikut ini adalah contoh-contoh motor hidrolis :



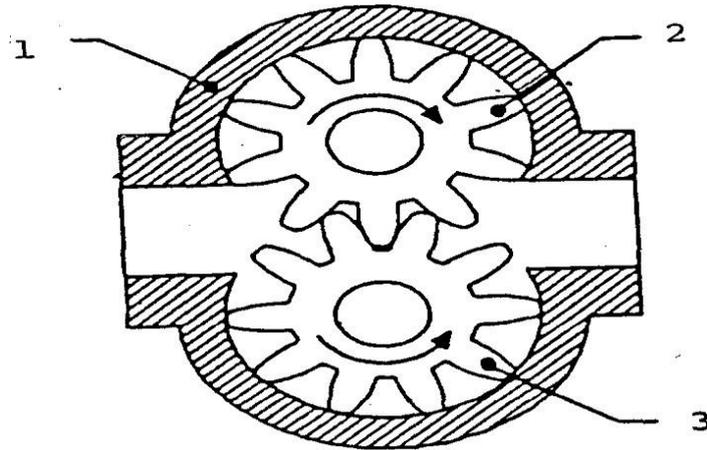
Gambar 13.4. Radial piston hydraulic motor

Gambar 13.4 adalah salah satu contoh radial piston hydraulic motor, dapat berputar bolak-balik. Cairan hidrolik masuk mendorong piston, kemudian piston berputar memutar poros engkol dan poros engkol memutar poros (drive shaft).



Gambar 13.5. Sliding Vane Motor

Gambar 13.5 menunjukkan prinsip kerja sliding vane motor, cairan hidrolik masuk mendorong vane (kipas) yang dapat keluar-masuk alur karena gaya sentrifugal dan selalu merapat pada dinding motor. Dengan vane yang berputar ini maka poros ikut berputar sehingga timbulah putaran motor.

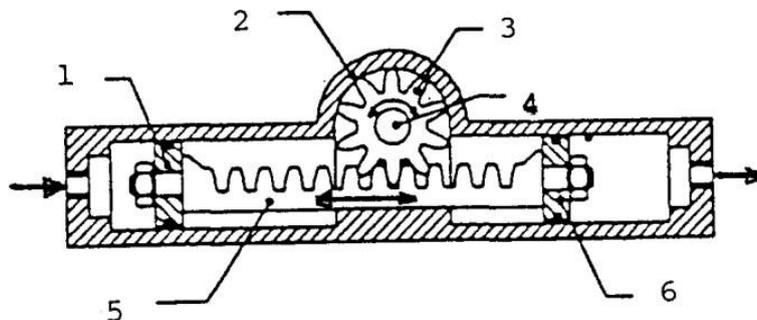


Gambar 13.6. Motor hidrolik jenis motor roda gigi

Nama bagian:

1. Bodi motor hidrolik.
2. Roda gigi yang dipasang pada bodi.
3. Roda gigi yang diberi poros output.

Gambar 13.6 menunjukkan salah satu contoh motor hidrolik. Disebut motor hidrolik karena berputarnya disebabkan oleh dorongan cairan hidrolik dan berputar secara kontinyu.



Gambar 13.7. Penggerak putar terbatas

Nama-nama bagian :

1. Piston kiri.
2. Bodi.
3. Roda gigi pemutar.
4. Poros keluaran (output).
5. Batang bergerigi.
6. Piston kanan.

Latihan

1. Apakah fungsi dari working element?
2. Sebutkan macam-macam bentuk unit penggerak!
3. Jelaskan cara kerja silinderhidrolik kerja ganda!
4. Apa fungsi chusion pada silinder hidrolik?
5. Jelaskan prinsip kerja motor hidrolik!
6. Coba gambarkan secara bagan penggerak putar terbatas!

BAB XIV

CAIRAN HIDROLIK

14.1. Properti Cairan hidrolik

Yang dimaksud dengan properti cairan hidrolik adalah hal-hal yang dimiliki oleh cairan hidrolik itu sehingga karena properti tersebut cairan hidrolik dapat melaksanakan tugas atau fungsinya.

Fungsi / tugas cairan hidrolik:

Fungsi atau tugas cairan hidrolik adalah :

- Penerus tekanan atau penerus daya.
- Pelumas untuk bagian-bagian yang bergerak
- Pendingin
- Sebagai bantalan dari terjadinya hentakan tekanan pada akhir langkah.
- Pencegah korosi
- Penghanyut bram/chip yaitu partikel-partikel kecil yang mengelupas dari komponen.
- Sebagai pengirim isyarat (signal)

Viskositas (Kekentalan)

Yang dimaksud dengan viskositas ialah berapa besarnya tahanan di dalam cairan itu untuk mengalir. Apabila cairan itu mudah mengalir dia dikatakan bahwa viskositasnya rendah. dan kondisinya encer. Jadi semakin kental kondisi cairan dikatakan viskositasnya semakin tinggi.

Satuan viskositas

Untuk mengukur besar viskositas diperlukan satuan ukuran. Dalam sistem standar internasional satuan viskositas ditetapkan sebagai viskositas kinematik (kinematic viscosity) dengan satuan ukuran mm^2/s . atau cm^2/s .

$$1 \text{ cm}^2/\text{s} = 100 \text{ mm}^2/\text{s}.$$

cm^2/s juga diberi nama Stokes (St) berasal dari nama Sir Gabriel Stokes (1819-1903).

mm^2/s disebut centi-Stoke (cSt). Jadi $1 \text{ St} = 100 \text{ cSt}$

Disamping satuan tersebut di atas terdapat satuan yang lain yang juga digunakan dalam sistem hidrolis yaitu :

- Redwood 1; satuan viskositas diukur dalam sekon dengan simbol (R1).
- Saybolt Universal; satuan viskositas juga diukur dalam sekon dan dengan simbol (SU).
- Engler; satuan viskositas diukur dengan derajat engler (OE)

Untuk cairan hidrolis dengan viskositas tinggi dapat digunakan faktor berikut:

- $R1 = 4,10 \text{ VK}$ $\text{VK} = \text{Viskositas Kenematik}$
- $SU = 4,635 \text{ VK}$
- $E = 0,132 \text{ VK}$.

Dalam standar ISO viskositas cairan hidrolis diklasifikasikan menjadi beberapa viscosity Grade dan nomor gradenya diambil kira-kira pertengahan antara viskositas min. ke viskositas max. Tabel berikut ini menunjukkan daftar viskositas grade tersebut:

The ISO viscosity classification uses centiStoke (cSt) units and relates to the viscosity at 40°C. It consists of a series of 18 viscosity brackets between 1.98 cSt and 1650.0 cSt each of which is defined by a number. The numbers indicate, to the nearest whole number, the mid-points of their corresponding viscosity brackets.			
ISO Viscosity Grade	Mid-Point Viscosity cSt at 40.0°C	Kinematic Viscosity Limits cSt at 40.0°C	
		Min.	Max.
ISO VG 2	2.2	1.98	2.42
ISO VG 3	3.2	2.88	3.52
ISO VG 5	4.6	4.14	5.06
ISO VG 7	6.8	6.12	7.48
ISO VG 10	10	9.00	11.00
ISO VG 15	15	13.50	16.50
ISO VG 22	22	19.80	24.20
ISO VG 32	32	28.80	35.20
ISO VG 46	46	41.40	50.60
ISO VG 68	68	61.20	74.80
ISO VG 100	100	90.00	110.00
ISO VG 150	150	135.00	165.00
ISO VG 220	220	198.00	242.00
ISO VG 320	320	288.00	352.00
ISO VG 460	460	414.00	506.00
ISO VG 680	680	612.00	748.00
ISO VG 1000	1000	900.00	1100.00
ISO VG 1500	1500	1350.00	1650.00

A few SHELL grades do not conform to the standard ISO classifications. For example the numbers 37, 78 and 800 are SHELL 'ISO type' numbers that have been allocated to meet certain important viscosity requirements that are not met by standard ISO numbers.

Jadi yang digunakan untuk pemberian nomor VG adalah angka pembulatan dari pertengahan diantara viskositas min. dan viskositas max.

Misal : ISO VG 22 , angka 22 diambil dari rata-rata antara 19,80 dan 24.20.

Karena oli untuk pelumas gear box juga sering digunakan untuk instalasi hidrolik maka grade menurut SAE juga dibahas di sini. Berikut ini adalah grading berdasarkan SAE dan konversinya dengan ISO-VG. Dijelaskan juga di sini aplikasi penggunaan oli hidrolik sesuai dengan nomor gradenya.

SAE classes	ISO-VG	Areas of application
30	100	stationary installations in closed areas at high temperatures
20.20 W	68	
10 W	46	at normal temperatures
5 W	32	for open air applications - mobile hydraulics in colder areas
	22	
	(15)	
	10	

Viscosity margins

Maksud dari viscosity margins adalah batas-batas atas dan bawah yang perlu diketahui. Karena untuk viskositas yang terlalu rendah akan mengakibatkan daya pelumas kecil, daya perapat kecil sehingga mudah bocor. Sedangkan apabila viscositas terlalu tinggi juga akan meningkatkan gesekan dalam cairan sehingga memerlukan tekanan yang lebih tinggi .

Berikut ini diberikan gambaran tentang batas viskositas yang ideal:

	Kinematic viscosity
Lower limit	$10 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$
Ideal viscosity range	15 to 100 $\frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$
Upper limit	$750 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$

Kesetaraan antara ke-empat sistem satuan

Tabel berikut ini menunjukkan kesetaraan antara ke-empat sistem satuan viskositas.

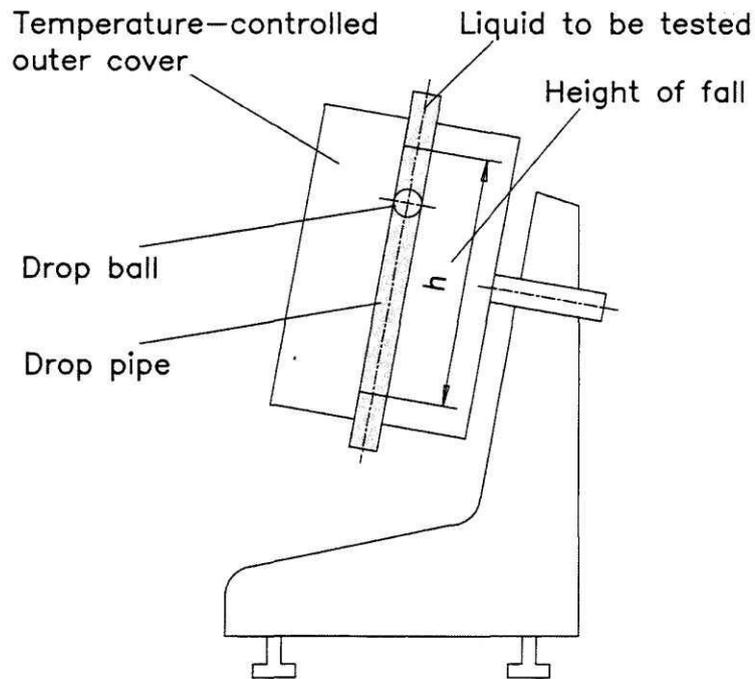
Kinematic centiStokes	Redwood 1 Seconds	Saybolt Universal Seconds	Engler Degrees	Kinematic centiStokes	Redwood 1 Seconds	Saybolt Universal Seconds	Engler Degrees
2.0	31	32.6	1.12	33	137	155.2	4.46
2.5	32	34.4	1.17	34	141	159.7	4.58
3.0	33	36.0	1.22	35	145	164.3	4.71
3.5	35	37.6	1.26	36	149	168.8	4.84
4.0	36	39.1	1.31	37	153	173.3	4.96
4.5	37	40.7	1.35	38	157	178.0	5.10
5.0	39	42.3	1.39	39	161	182.4	5.22
5.5	40	44.0	1.44	40	165	187.0	5.35
6.0	41	45.6	1.48	41	169	191.5	5.48
6.5	43	47.2	1.52	42	173	196.0	5.61
7.0	44	48.8	1.56	43	177	200.5	5.74
7.5	45	50.4	1.61	44	181	205.0	5.87
8.0	46	52.1	1.65	45	185	209.8	6.00
8.5	48	53.8	1.71	46	189	214.5	6.13
9.0	49	55.5	1.75	47	193	219.0	6.26
9.5	51	57.2	1.80	48	197	223.7	6.38
10.0	52	58.9	1.84	49	201	228.3	6.51
10.5	54	60.7	1.89	50	205	233.0	6.64
11.0	55	62.4	1.94	51	209	237.5	6.77
11.5	57	64.2	1.98	52	213	242.2	6.90
12.0	58	66.0	2.03	53	218	246.8	7.04
12.5	60	67.9	2.08	54	222	251.5	7.17
13.0	62	69.8	2.13	55	226	256.0	7.30
13.5	64	71.7	2.18	56	230	260.7	7.43
14.0	65	73.6	2.23	57	234	265.3	7.56
14.5	67	75.5	2.28	58	238	270.0	7.69
15.0	68	77.4	2.33	59	242	274.7	7.82
15.5	70	79.3	2.39	60	246	279.2	7.95
16.0	72	81.3	2.44	61	250	284.0	8.04
16.5	74	83.3	2.50	62	254	288.5	8.18
17.0	75	85.3	2.55	63	258	293.6	8.31
17.5	77	87.4	2.60	64	262	297.7	8.45
18.0	79	89.4	2.65	65	266	302.4	8.58
18.5	81	91.5	2.71	66	271	307.0	8.72
19.0	82	93.6	2.77	67	275	311.7	8.85
19.5	84	95.7	2.83	68	279	316.3	8.98
20.0	86	97.8	2.88	69	283	321.0	9.11
20.5	88	99.9	2.94	70	287	325.5	9.24
21.0	90	102.0	3.00	72	295	335	9.51
21.5	92	104.2	3.06	74	303	344	9.77
22.0	94	106.4	3.11	76	311	353	10.03
22.5	96	108.5	3.17	78	319	363	10.30
23.0	97	110.7	3.23	80	328	372	10.56
23.5	99	112.8	3.29	82	336	381	10.82
24.0	101	115.0	3.35	84	344	391	11.09
24.5	103	117.1	3.41	86	352	400	11.35
25.0	105	119.3	3.47	88	360	410	11.62
26	109	124.0	3.59	90	369	419	11.88
27	113	128.5	3.71	92	377	428	12.14
28	117	133.0	3.83	94	385	438	12.41
29	121	137.5	3.96	96	393	447	12.67
30	125	141.7	4.08	98	401	456	12.94
31	129	146.0	4.21	100	410	465	13.20
32	133	150.7	4.33	102	418	475	13.46

Viscometer

Viscometer adalah alat untuk mengukur besar viskositas suatu cairan. Ada beberapa macam viscometer antara lain :

Ball Viscometer atau Falling sphere viscometer

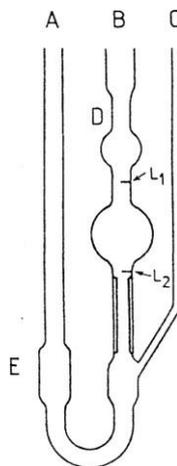
Besar viskositas kenematik adalah kecepatan bola jatuh setinggi h dibagi dengan berat jenis cairan yang sedang diukur. (lihat gambar 14.1)



Gambar 14.1. Besar viskositas kenematik

Capillary viscometer

Cara pengukurannya adalah sebagai berikut: (lihat gambar 14.2)



Gambar 14.2. Cara pengukuran capillary viscometer

Cairan hidrolis yang akan diukur dituangkan melalui lubang A hingga ke kontainer E yang suhunya diatur. Melalui kapiler C zat cair dihisap hingga naik pada labu D sampai garis L1, kemudian semua lubang ditutup. Untuk mengukurnya, buka bersama-sama lubang A, B dan C dan hitung waktu yang digunakan oleh cairan untuk turun sampai ke L2. Waktu tersebut menunjukkan viskositas cairan. Makin kental cairan hidrolis akan makin lama untuk turun dan berarti viskositas makin besar

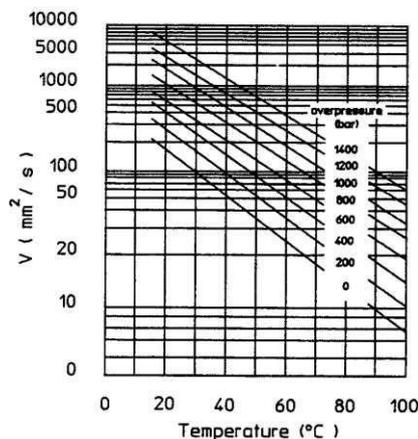
Indeks Viskositas (Viscosity Index)

Yang dimaksud dengan indeks viskositas atau viscosity index (VI) ialah angka yang menunjukkan rentang perubahan viskositas dari suatu cairan hidrolis berhubungan dengan perubahan suhu. Dengan demikian viscosity index ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan karakteristik kekentalan cairan hidrolis berhubungan dengan perubahan temperatur. Mengenai viskositas indeks ini ditetapkan dalam DIN ISO 2909.

Cairan hidrolis dikatakan memiliki viskositas index tinggi apabila terjadinya perubahan viskositas kecil (stabil) dalam rentang perubahan suhu yang relatif besar. Atau dapat dikatakan bahwa cairan hidrolis ini dapat digunakan dalam rentang perubahan suhu yang cukup besar.

Cairan hidrolis terutama oli hidrolis diharapkan memiliki viscosity index (VI) = 100. Bahkan kebanyakan oli hidrolis diberi tambahan bahan (additives) yang disebut “VI improvers” untuk meningkatkan VI menjadi lebih tinggi dari 100. Oli hidrolis dengan indeks viskositas tinggi juga disebut multigrade oils.

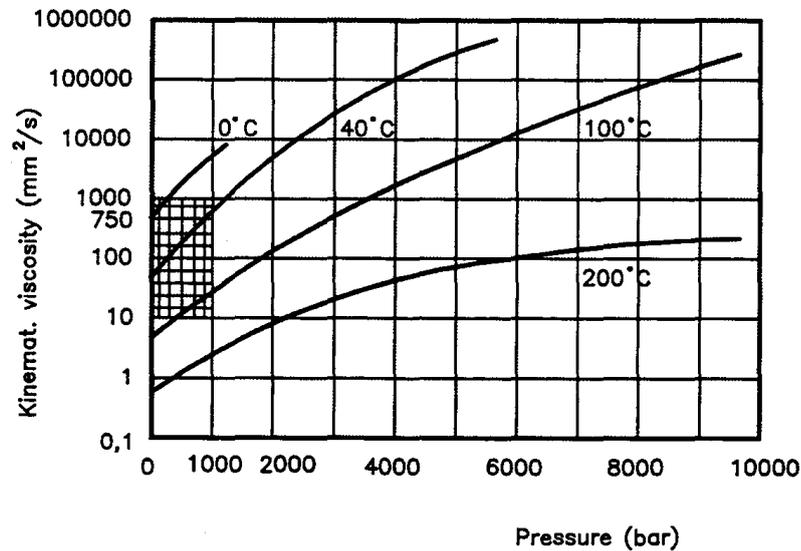
Untuk mengetahui perubahan viskositas ini perhatikan Ubbelohde’s viscosity – temperature diagram berikut ini (gambar 14.3).



Gambar 14.3. Diagram ubbelohde’s viscosity–temperature

Viscosity-pressure characteristics

Hal ini juga penting diketahui karena dengan meningkatnya tekanan, meningkat pula viscosity index. Gambar 14.4 berikut ini menunjukkan diagram viscosity pressure characteristic.



Gambar 14.4. Diagram viscosity pressure characteristic

Karakteristik Cairan hidrolik yang dikehendaki

Cairan hidrolik harus memiliki karakteristik tertentu agar dapat memenuhi persyaratan dalam menjalankan fungsinya. Karakteristik atau sifat-sifat yang diperlukan antara lain adalah :

Kekentalan (Viskositas) yang cukup

Cairan hidrolik harus memiliki kekentalan yang cukup agar dapat memenuhi fungsinya sebagai pelumas. Apabila viskositas terlalu rendah maka film oli yang terbentuk akan sangat tipis sehingga tidak mampu untuk menahan gesekan.

Indeks Viskositas yang baik

Dengan viscosity index yang baik maka kekentalan cairan hidrolik akan stabil digunakan pada sistem dengan perubahan suhu kerja yang cukup fluktuatif.

Tahan api (tidak mudah terbakar)

Sistem hidrolik sering juga beroperasi di tempat-tempat yang cenderung timbul api atau berdekatan dengan api. Oleh karena itu perlu cairan yang tahan api.

Tidak berbusa (Foaming)

Bila cairan hidrolik banyak berbusa akan berakibat banyak gelembung-gelembung udara yang terperangkap dalam cairan hidrolik sehingga akan terjadi compressable dan akan

mengurangi daya transfer. Disamping itu, dengan adanya busa tadi kemungkinan terjilat api akan lebih besar.

Tahan dingin

Yang dimaksud dengan tahan dingin adalah bahwa cairan hidrolik tidak mudah membeku bila beroperasi pada suhu dingin. Titik beku atau titik cair yang kehendaki oleh cairan hidrolik berkisar antara 100 – 150 C di bawah suhu permulaan mesin dioperasikan (start-up). Hal ini untuk mengantisipasi terjadinya block (penyumbatan) oleh cairan hidrolik yang membeku.

Tahan korosi dan tahan aus

Cairan hidrolik harus mampu mencegah terjadinya korosi karena dengan tidak terjadi korosi maka konstruksi akan tidak mudah aus dengan kata lain mesin akan awet.

De mulsibility (Water separable)

Yang dimaksud dengan de-mulsibility adalah kemampuan cairan hidrolik untuk memisahkan air dari cairan hidrolik. Mengapa air harus dipisahkan dari cairan hidrolik, karena air akan mengakibatkan terjadinya korosi bila berhubungan dengan logam.

Minimal compressibility

Secara teoritis cairan adalah uncompressible (tidak dapat dikempa). Tetapi kenyataannya cairan hidrolik dapat dikempa sampai dengan 0,5 % volume untuk setiap penekanan 80 bar. Oleh karena itu dipersyaratkan bahwa cairan hidrolik agar relatif tidak dapat dikempa atau walaupun dapat dikempa kemungkinannya sangat kecil.

14.2. Macam-macam Cairan Hidrolik

Pada dasarnya setiap cairan dapat digunakan sebagai media transfer daya. Tetapi dalam sistem hidrolik memerlukan persyaratan-persyaratan tertentu seperti telah dibahas sebelumnya berhubungan dengan konstruksi dan cara kerja sistem.

Secara garis besar cairan hidrolik dikelompokkan menjadi dua yaitu :

a. Oli hidrolik (Hydraulic oils)

Oli hidrolik yang berbasis pada minyak mineral biasanya digunakan secara luas pada mesin-mesin perkakas atau juga mesin-mesin industri.

Menurut standar DIN 51524 dan 512525 dan sesuai dengan karakteristik serta komposisinya oli hidrolik dibagi menjadi tiga (3) kelas :

- Hydraulic oil HL
- Hydraulic oil HLP
- Hydraulic oil HV

Pemberian kode dengan huruf seperti di atas artinya adalah sebagai berikut :

Misalnya oli hidrolik dengan kode : HLP 68 artinya :

H = Oli hidrolik

L = kode untuk bahan tambahan oli (additive) guna meningkatkan pencegahan korosi dan / atau peningkatan umur oli

P = kode untuk additive yang meningkatkan kemampuan menerima beban.

68 = tingkatan viskositas oli (lihat tabel pada HO 4)

Adapun sifat-sifat khusus dan kesesuaian penggunaannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Kode	Sifat khusus	Penggunaan
HL	Meningkatkan kemampuan mencegah korosi dan kestabilan oli hidrolik	Digunakan pada sistem hidrolik yang bekerja pada suhu tinggi dan untuk tempat yang mungkin tercelup air
HLP	Meningkatkan ketahanan terhadap aus	Meningkatkan ketahanan juga digunakan untuk sistem yang gesekannya tinggi
HV	Meningkatkan indeks viskositas (VI)	Seperti pemakaian HLP, juga digunakan secara luas untuk sistem yang fluktuasi perubahan temperaturnya cukup tinggi.

b. Cairan Hidrolik tahan Api (Low flammability)

Yang dimaksud dengan cairan hidrolik tahan api ialah cairan hidrolik yang tidak mudah atau tidak dapat terbakar.

Cairan hidrolik semacam ini digunakan oleh sistem hidrolik pada tempat-tempat atau mesin-mesin yang resiko kebakarannya cukup tinggi seperti :

- Die casting machines
- Forging presses
- Hard coal mining
- Control units untuk power station turbines
- Steel works dan rolling mills.

Pada dasarnya cairan hidrolik tahan api ini dibuat dari campuran oli dengan air atau dari oli sintetis. Tabel berikut ini menunjukkan jenis-jenis cairan hidrolik tahan api tersebut :

Kode	No: pada lembar standar VDMA	Komposisi	Persentase (%) kandungan air
HFA	24 320	Oil-water emulsions	80 - 98
HFB	24 317	Water-oil emulsions	40
HFC	24 317	Hydrous solutions, e.g : Water glycol	35 - 55
HFD	24 317	Anhydrous liquid, e.g : Phosphate ether	0 - 0,1

Perbandingan antara macam-macam cairan hidrolik tersebut di atas dapat kita lihat pada tabel berikut :

	Type of Fluid				
	Petrol Oil	Water Glycol	Phosph. Ester	Oil in Water	Oil Synthetic
Fire resistance	P	E	G	F	F
Viscosity temp. properties	G	E	F	G	F-G
Seal compatibility	G	E	F	G	F
Lubricating quality	E	F-G	E	F-G	E
Temp. range (°C) above ideal	65	50	65	50	65
Relative cost comp. to oil	1	4	8	1.5	4

Key: E = Excellent, G = Good, F = Fair, P = Poor

14.3. Pemeliharaan Cairan Hidrolik.

Cairan hidrolik termasuk barang mahal. Perlakuan yang kurang atau bahkan tidak baik terhadap cairan hidrolik akan semakin menambah mahal nya harga sistem hidrolik. Sedangkan apabila kita mentaati aturan-aturan tentang perlakuan/pemeliharaan cairan hidrolik maka kerusakan cairan maupun kerusakan komponen sistem akan terhindar dan cairan hidrolik maupun sistem akan lebih awet.

Panduan pemeliharaan cairan hidrolik

- Simpanlah cairan hidrolik (drum) pada tempat yang kering , dingin dan terlindung (dari hujan, panas dan angin).

- Pastikan menggunakan cairan hidrolik yang benar-benar bersih untuk menambah atau mengganti cairan hidrolik ke dalam sistem. Gunakan juga peralatan yang bersih untuk memasukkannya.
- Pompakanlah cairan hidrolik dari drum ke tangki hidrolik melalui saringan (pre-filter).
- Pantau (monitor) dan periksalah secara berkala dan berkesinambungan kondisi cairan hidrolik.
- Aturilah sedemikian rupa bahwa hanya titik pengisi tangki yang rapat yang digunakan untuk pengisian cairan hidrolik.
- Buatlah interval penggantian cairan hidrolik sedemikian rupa sehingga oksidasi dan kerusakan cairan dapat terhindar. (Periksa dengan pemasok cairan hidrolik)
- Cegah jangan sampai terjadi kontaminasi, gunakan filter udara dan filter oli yang baik.
- Cegah terjadinya panas/pemanasan yang berlebihan, bila perlu pasang pendingin (cooling) atau bila terjadi, periksalah penyebab terjadinya gangguan, atau pasang un-loading pump atau excessive resistance.
- Perbaikilah dengan segera bila terjadi kebocoran dan tugaskan seorang maintenance man yang terlatih.
- Bila akan mengganti cairan hidrolik (apa lagi bila cairan hidrolik yang berbeda), pastikan bahwa komponen dan seal-sealnya cocok dengan cairan yang baru. Demikian pula seluruh sistem harus dibilas (flushed) secara baik dan benar-benar bersih.

Jadi pemantauan atau monitoring cairan hidrolik perlu memperhatikan panduan tersebut di atas disamping harus memperhatikan lingkungan kerja maupun lingkungan penyimpanan cairan hidrolik.

Latihan

Selesaikanlah soal-soal berikut dengan mengisi titik-titik yang tersedia!

1. Tugas cairan hidrolik antara lain:
 - a)
 - b)
 - c)
2. Oli yang encer pertanda viskositasnya
3. Oli yang tahan terhadap perubahan suhu dikatakan bahwa oli tersebut memiliki indeks viskositas

4. Cairan hidrolik dengan kode HFB berarti cairan hidrolik
5. Satuan viskositas oli menggunakan :
 - a)
 - b)
 - c)
 - d)
6. Oli dengan grade ISO VG 100 kekentalannya sebanding dengan oli SAE
7. Oli dengan kode HLP berarti
8. Alat untuk mengetes kekentalan oli disebut

BAB XV

GRAFIK SIMBOL DAN DIAGRAM SIRKUIT

15.1. Grafik Simbol

Sistem tenaga fluida (sistem hidrolik dan pneumatik) telah memiliki simbol-simbol grafik sebagai bahasa untuk mengkomunikasikan berbagai bentuk sirkuit dalam sistem tenaga fluida. Simbol-simbol ini telah distandarisasi secara internasional, menganut standard DIN / ISO 1219 yang tentu saja harus dipahami oleh masyarakat pemakai sistem tenaga fluida.

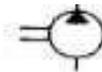
Grafik simbol untuk sistem hidrolik dan sistem pneumatik sebenarnya sama, hanya saja ada beberapa hal yang berbeda menyangkut substansi khusus masing-masing. Berikut ini disajikan kedua-duanya agar dapat dilihat dan difahami perbedaannya.

Grafik simbol untuk pompa hidrolik

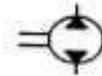
△ Gases ▲ Fluids

Simbol pompa hidrolik dengan penghasilan / jumlah aliran rata-rata tetap

– with a single flow direction



– with two flow directions



Grafik simbol untuk motor hidrolik dengan jumlah suplai aliran tetap

– with a single direction of rotation



– with two directions of rotation

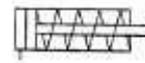


Grafik simbol untuk silinder hidrolis (linear actuator)

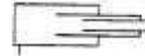
single acting cylinder,
return by external force



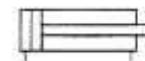
single acting cylinder,
with spring return



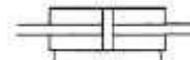
single acting telescopic cylinder



double-acting cylinder
with single piston rod



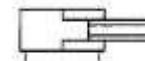
double-acting cylinder with
double-ended position rod



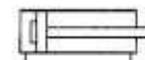
differential cylinder



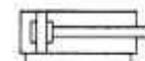
double-acting telescopic cylinder



double-acting cylinder with single
end position cushioning



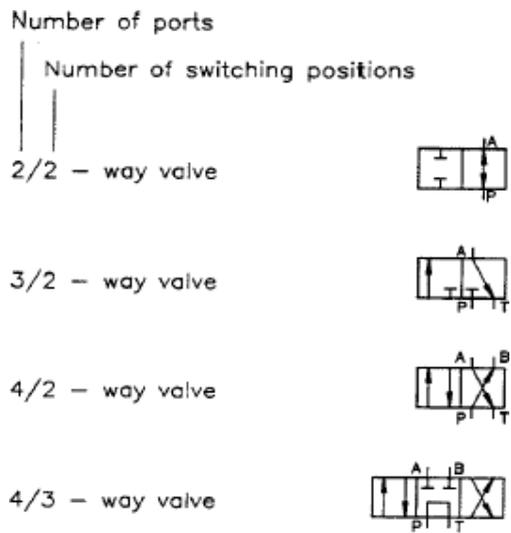
double-acting cylinder with end
position cushioning at both ends



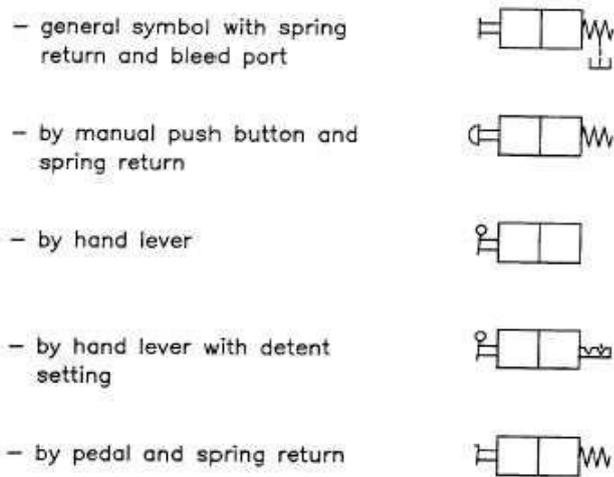
double-acting cylinder with adjustable
end position cushioning at both ends



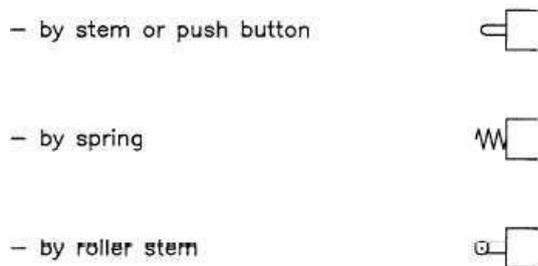
Grafik simbol untuk katup pengarah (Directional control valve)



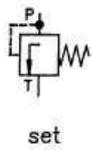
Grafik simbol untuk penggerak katup secara manual



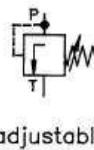
Grafik simbol untuk penggerak katup secara mekanis



Grafik simbol untuk Katup pengatur tekanan

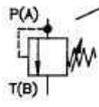


set

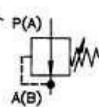


adjustable

pressure valves

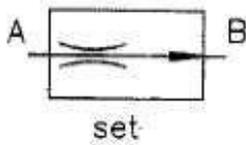


pressure relief valve

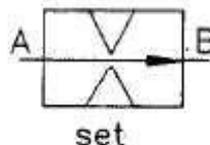


pressure regulator

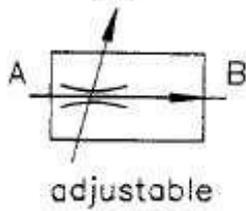
Grafik simbol untuk katup pengatur aliran (flow control)



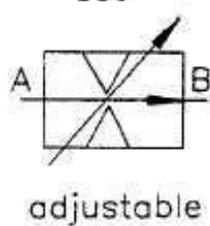
set



set



adjustable



adjustable

Flow control dengan throttle

Flow control dengan Orifice

Grafik simbol untuk check valve

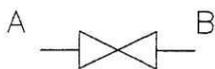


spring loaded



unloaded

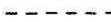
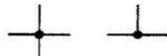
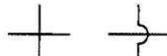
Grafik simbol untuk shut-off valve



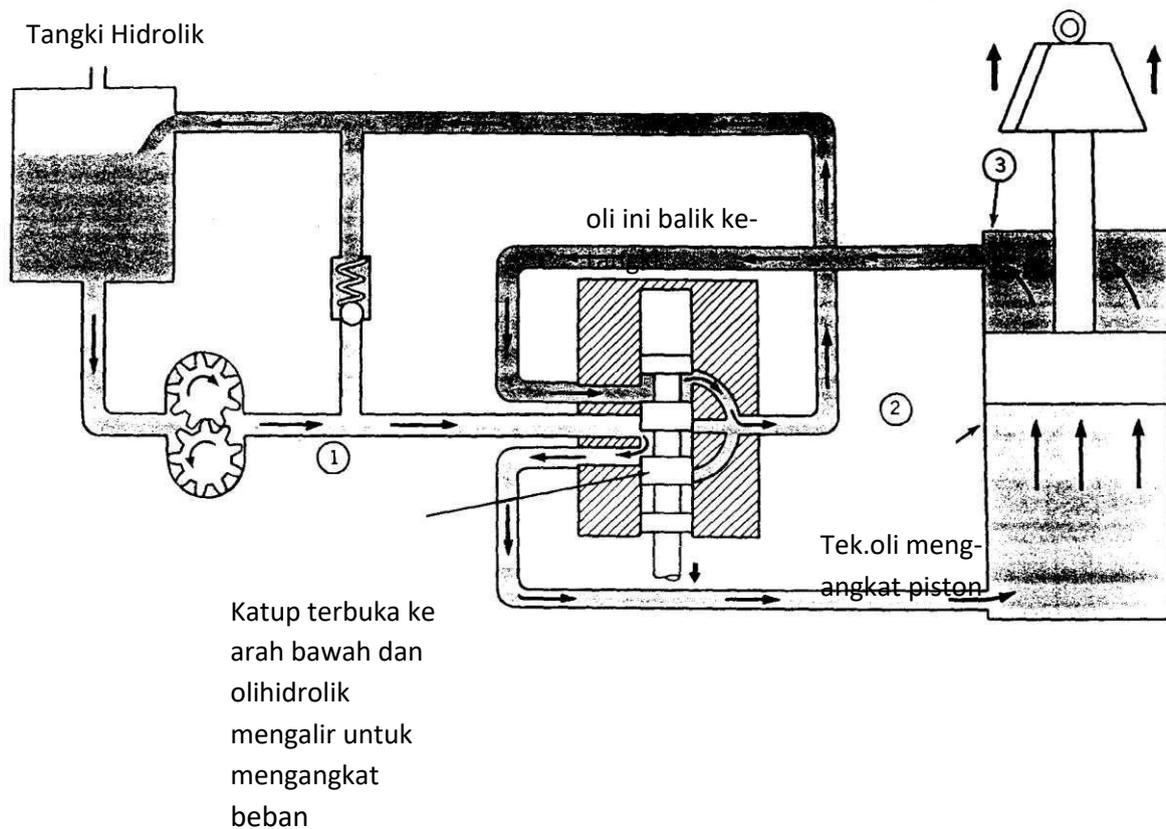
Grafik simbol untuk alat-alat ukur

- pressure gauge 
- thermometer 
- flow meter 
- filling level indicator 

Grafik simbol untuk transfer energi

- pressure source, hydraulic 
- electric motor 
- heat engine 
- pressure, power, return line 
- control (pilot) line 
- exhaust or leakage line 
- flexible line 
- line connection 
- lines crossing 
- exhaust 
- quick-acting coupling, connected, with mechanically open non-return valve 
- reservoir 
- filter 
- cooler 
- heater 

Untuk merancang diagram sirkuit kita gunakan aturan tata letak seperti gambar berikut.

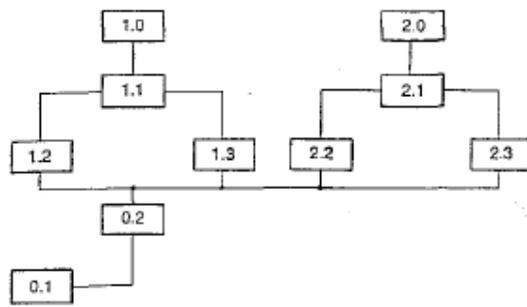


Gambar 15.1. Rangkaian Hidrolik

Untuk penggerak dan kelompok katup-katup maupun supply elements diberi nomor-nomor atau angka-angka (Arabic number).

Digit pertama menunjukkan nomor aktuator dan juga aktuator mana yang dikontrol oleh unit pengatur yang sedang bekerja.

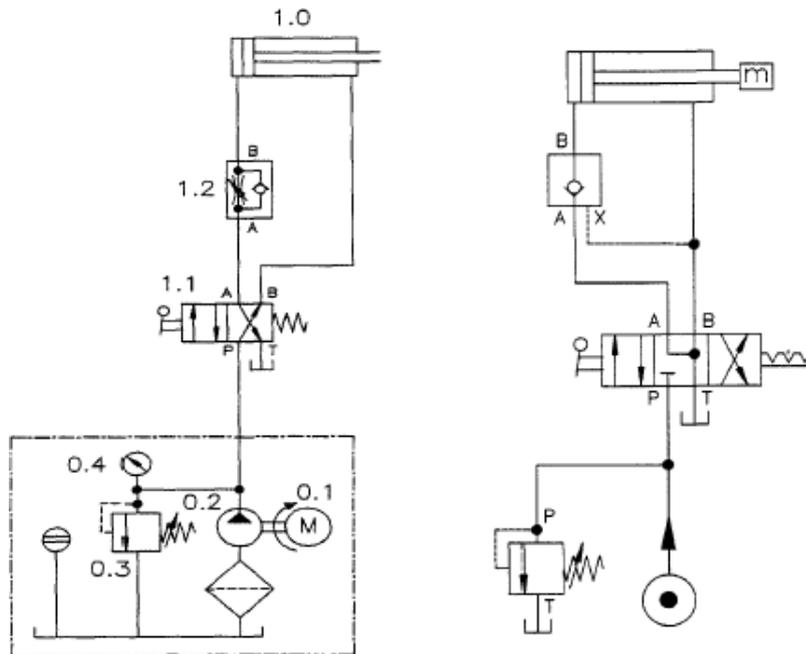
- | | | |
|----------|-----------------------|---|
| Contoh : | 1 . 0 , 2 . 0 , 3 . 0 | Aktuator (Working element). |
| | 1 . 1 , 1 . 2 , | Katup-katup yang mengontrol aktuator no: 1. |
| | 2 . 1 , 2 . 2 , | Katup-katup yang mengontrol aktuator no: 2. |



- Working elements .
- Actuating elements.
- Signal elements.
- Supply elements (service).
- Unit shut-off valve.
- Reversing valve.

Gambar 15.2. Tata letak komponen dalam diagram sirkuit

Contoh : Diagram sirkuit hidrolik (Gambar 15.3)



Gambar 15.3. Contoh diagram sirkuit hidrolik

15.2. Perakitan Sirkuit Sistem Tenaga Fluida

Metoda perakitan sistem tenaga fluida seperti juga metoda penyusunan diagram sirkuit, yaitu dimulai dari menyusun komponen sesuai dengan lay-out pada diagram sirkuit atau lay out pada mesin/pesawat yang menggunakan sistem tenaga fluida. Kemudian setiap komponen disambungkan dengan konduktor dan konektor.

Pengoperasian sirkuit setelah selesai diinstal sesuai dengan langkah berikut :

- Periksa rangkaian sirkuit apakah sudah cukup kuat/perfect.
- Periksa sumber-sumber tenaga (listrik atau engine).
- Periksa oli pelumas bagi komponen-komponen yang memerlukan.
- Operasikan sirkuit dengan hati-hati.

Latihan

Jawablah soal-soal berikut dengan mengisi titik-titik yang tersedia!

1. Sedangkan perbedaan antara simbol pompa hidrolik dan motor hidrolik ialah
2. Jumlah kotak dalam simbol katup menunjukkan jumlah
3. Penandaan katup-pengarah sistem hidrolik pada setiap lubang (saluran) dilakukan dengan memberi angka atau huruf. Coba anda tulis persamaannya:
1 = 3 =
2 = 4 =
4. Gambarkan pula simbol sistem hidrolik untuk:
 - 1) Katup 4/2 penggerak tuas pembalik pegas
 - 2) Katup 2/2 penggerak manual dengan detent
 - 3) Katup 4/3 penggerak manual dengan detent closed center
 - 4) Katup 4/3 penggerak liver spring return open center
5. Metoda penyusunan diagram sirkuit ialah:
6. Menunjukkan apakah angka atau nomor berikut di dalam diagram sirkuit:
1.0, 2.0, 3.0 menunjukkan
1.1, 2.1, 3.1 menunjukkan
0.1, 0.2, 0.3 menunjukkan

BAB XVI

PEMELIHARAAN KOMPONEN HIDROLIK

16.1. Sistematika Pemeliharaan

Apakah dalam melaksanakan pemeliharaan sistem hidrolis perlu menggunakan suatu cara yang sistemik?

Tentu saja segala pekerjaan akan memberikan hasil yang optimal apabila dikerjakan secara sistematis. Demikian pula untuk melaksanakan pemeliharaan sistem hidrolis kita gunakan sistematika pemeliharaan secara umum yang diaplikasikan sesuai dengan keperluan. Gambar skema sistematika pemeliharaan (Gambar 16.1) berikut ini menunjukkan suatu sistematika pemeliharaan secara umum.

Apa arti istilah di dalam gambar tersebut dapat anda pelajari dari uraian berikut :

Pemeliharaan (Maintenance) ialah suatu kegiatan yang dilakukan secara sengaja (sadar) terhadap suatu fasilitas dengan menganut suatu sistematika tertentu untuk mencapai hasil telah ditetapkan.

Tujuan Pemeliharaan ialah agar fasilitas tersebut selalu dalam kondisi siap pakai, dapat berfungsi, beroperasi dengan lancar, aman, produktif, efektif dan efisien serta awet.

Jadi kegiatan pemeliharaan itu bukanlah pekerjaan yang ala kadarnya, bukan pekerjaan yang asal-asalan, tetapi pekerjaan yang perlu perencanaan, pembiayaan dan kesungguhan.

Pemeliharaan Pencegahan (Preventive Maintenance) ialah pemeliharaan yang dilakukan agar fasilitas/mesin/peralatan terhindar dari laju kerusakan yang cepat (tidak wajar).

Perbaikan (Corrective Maintenance) ialah pemeliharaan yang dilakukan apabila terjadi kerusakan untuk mengembalikan mesin/peralatan pada kondisi semula.

Pemeliharaan Darurat (Emergency Maintenance) ialah pemeliharaan yang dilakukan di luar program pemeliharaan karena terjadi sesuatu yang emergency (kecelakaan).

Biasanya pemeliharaan darurat itu adalah perbaikan-perbaikan karena kecelakaan yang akan mengakibatkan kerusakan-kerusakan dan biasa disebut perbaikan darurat.

Pra Pemeliharaan (Pre-maintenance) ialah persiapan pemeliharaan agar dalam pelaksanaan pemeliharaan nantinya lebih lancar dan memenuhi sasaran. Kegiatan pra pemeliharaan ini

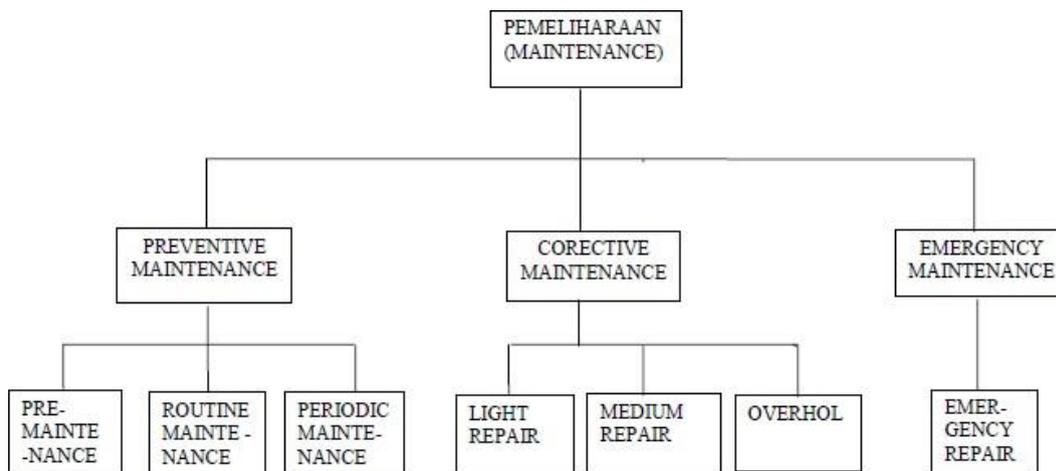
antara lain seperti : penyusunan program pemeliharaan, penyediaan peralatan dan bahan pemeliharaan se-suai dengan fasilitas obyek pemeliharaan, penyiapan lokasi seperti fondasi/ lantai dan tata letak (lay-out) yang memadai, penyiapan sarana penunjang seperti : listrik, air dan udara kempa, persiapan tenaga pelaksana pemeliharaan (organisasi) dan administrasi pemeliharaan.

Pemeliharaan Harian (Routine Maintenance) ialah pemeliharaan yang dilakukan setiap hari atau setiap mesin/peralatan/fasilitas dioperasikan atau digunakan.

Kegiatan yang dilakukan seperti:

- Pencegahan beban lebih.
- Pencegahan korosi.
- Pelumasan bagi yang memerlukan.
- Keselamatan dan keamanan fasilitas.
- Kebersihan dan ketertiban.

Kegiatan pemeliharaan harian ini biasanya dilakukan oleh operator.



Gambar 16.1. Skema sistematika pemeliharaan

Pemeliharaan Berkala (Periodic Maintenance) ialah pemeliharaan yang dilakukan secara berkala sesuai dengan jadwal yang telah diprogramkan. Pembuatan jadwal itu berdasarkan kepentingan perlakuan terhadap obyek pemeliharaan, misalnya keperluan penggantian oli seharusnya berapa jam kerja, penyetelan ulang bagian-bagian yang bergerak setiap berapa bulan dan sebagainya. Di dalam pemeliharaan berkala ini kita kenal adanya pemeliharaan weekly, monthly dan yearly, yang artinya sebagai berikut :

Weekly maintenance (Pemeliharaan mingguan) ialah pemeliharaan yang dilaksanakan seminggu sekali atau dua minggu sekali atau tiga minggu sekali.

Monthly maintenance (Pemeliharaan bulanan) ialah pemeliharaan yang dilakukan satu bulan sekali atau tiga bulan sekali (tiga bulanan) atau setiap enam bulan sekali (semesteran).

Yearly maintenance (Pemeliharaan tahunan) ialah pemeliharaan yang dilakukan setiap tahun sekali atau dua tahun sekali. Tetapi banyak juga pemeliharaan mesin/peralatan/fasilitas yang pelaksanaan pemeliharaannya berdasarkan jam kerja misalnya penyetelan bagian-bagian yang bersambung atau bagian-bagian yang bergerak dilaksanakan setiap 1000 jam kerja, penggantian oli setiap 2000 jam kerja, servis besar (overhol) setiap 4000 jam kerja dan sebagainya. Pemeliharaan berkala ini biasanya dilaksanakan oleh teknisi pemeliharaan.

Perbaikan ringan (Light repairing) ialah perbaikan-perbaikan dari kerusakan ringan termasuk yang ditemukan pada waktu pengecekan (pemeliharaan berkala) yang perbaikannya cukup dengan penggantian komponen (replacement) dan tidak memerlukan waktu dan biaya tinggi.

Perbaikan medium (Medium repairing) ialah perbaikan-perbaikan dari kerusakan akibat aus atau akibat kecelakaan yang perbaikannya memerlukan pembetulan komponen dengan biaya yang lebih tinggi dan waktu kerja yang lebih lama.

Servis besar (Overhol) ialah perbaikan total akibat keausan (lama pemakaian) dengan pembetulan-pembetulan maupun penggantian komponen. Perbaikan atau overhol ini biasa dilakukan oleh teknisi dan atau teknisi ahli, sedangkan untuk mencapai hasil yang optimal perlu kiranya menganut suatu sistematika perbaikan yang telah ditentukan.

Perbaikan darurat (Emergency repairing) ialah perbaikan dari kerusakan akibat kecelakaan yang perbaikannya bersifat sementara, untuk menunggu perbaikan yang sempurna atau langsung diperbaiki secara sempurna. Di dalam sistem pemeliharaan ini ada pula istilah-istilah yang sering digunakan seperti :

Running maintenance ialah pemeliharaan suatu mesin/peralatan/fasilitas dalam keadaan bekerja atau dioperasikan/digunakan.

Shut down maintenance ialah pemeliharaan suatu mesin/peralatan/fasilitas yang mana mesin/peralatan/fasilitas tersebut harus diberhentikan/tidak dipergunakan, karena tidak mungkin dilakukan pemeliharaan bila mesin/peralatan/fasilitas dalam keadaan bekerja/dipergunakan .

Lack of maintenance ialah kekurangan atau kelemahan dalam pemeliharaan atau disebut juga pemeliharaan yang tidak baik.

Predictive maintenance atau pemeliharaan perkiraan ialah kegiatan pemeliharaan yang memperkirakan umur atau masa pakai efektif dan efisien suatu komponen, sehingga orang dapat memperkirakan kapan komponen tersebut harus mendapat perlakuan pemeliharaan.

16.2. Pemeliharaan Pencegahan Sistem Hidrolik

Sesuai dengan definisi tersebut di depan bahwa pemeliharaan pencegahan atau preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan yang bertujuan untuk menghindarkan laju kerusakan suatu fasilitas. Berarti kegiatan pemeliharaan ini dilakukan sebelum dan selama fasilitas/mesin/peralatan itu beroperasi atau digunakan. Dengan demikian pemeliharaan pencegahan (preventive maintenance) dimulai semenjak fasilitas tersebut belum dioperasikan. Dengan kata lain bahwa kita harus mempersiapkan hal-hal yang perlu untuk memperlancar proses pemeliharaan selanjutnya. Inilah yang disebut dengan pra- pemeliharaan.

16.2.1. Pra-Pemeliharaan pada sistem hidrolik

Yang dimaksud dengan pra pemeliharaan ialah kegiatan persiapan sebelum mesin/alat dioperasikan dengan tujuan agar pelaksanaan pemeliharaan nantinya menjadi lebih sempurna. Hal-hal yang perlu dipersiapkan antara lain ialah:

- Instalasi pemipaan sirkuit hidrolik yang memadai.
- Alat-alat pemeliharaan seperti alat pengencang, alat penyutel, alat pemotong, alat pelumasan dan alat-alat kebersihan.
- Alat-alat pengetes.
- Alat-alat penunjang seperti alat angkat, alat angkut, alat penje-pit dan sebagainya.
- Bahan pemeliharaan seperti bahan pembersih, bahan pembilas dan bahan pencegah korosi.
- Gudang suku cadang dan bahan-bahan pemeliharaan.
- Gudang yang memenuhi syarat untuk oli / cairan hidrolik.
- Gudang barang bekas atau komponen yang diperbaiki.
- Perangkat administrasi pemeliharaan dan pergudangan.

Di samping persiapan tersebut di atas dalam pemasangan fasilitas yang menggunakan sistem hidrolik perlu dipersiapkan pula hal-hal berikut:

- Untuk mesin-mesin yang stasioner, fondasi mesin harus memenuhi syarat, seperti ketebalan beton, komposisi campuran beton, luas fondasi, kedataran dan sebagainya.
- Sedangkan untuk mesin yang mobile, perlu dudukan atau moun-ting yang cukup kuat pula.
- Pemasangan mesin yang kokoh dengan pengikatan yang kuat.
- Kedataran mesin (level) yang standar (perlu dilevel dengan alat pelevelan yang presisi).
- Penyediaan sumber tenaga yang memenuhi syarat.

Dengan persiapan yang begitu lengkap berarti pra-pemeliharaan telah kita laksanakan dengan baik sehingga insya Allah pemeliharaan selanjutnya akan berjalan dengan lancar.

16.2.2. Pemeliharaan Harian atau Routine Maintenance

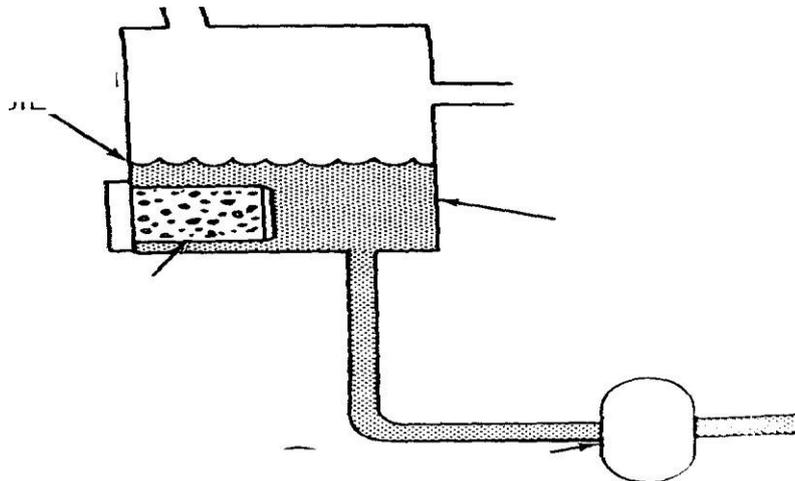
Sebetulnya pemeliharaan sistem hidrolik sangatlah mudah, karena cairan hidrolik telah dapat berfungsi sebagai pelumas dan sekaligus sebagai pencegah korosi.

Demikian pula dalam sistem hidrolik telah disediakan proteksi beban lebih. Namun anda dapat saja mengalami permasalahan atau gangguan pada sistem hidrolik apabila anda mengoperasikannya dengan memberikan beban lebih seperti putaran yang terlalu tinggi, tekanan kerja terlalu tinggi, suhu terlalu tinggi atau juga bila terlalu banyak kontaminasi.

Oleh karena itu hanya dengan melaksanakan pemeliharaan yang sistematis dan kontinyu, gangguan dapat diatasi sebelum terjadi kerusakan fatal.

Ada beberapa kunci penyebab permasalahan dalam pemeliharaan sistem hidrolik antara lain : (lihat gambar 16.2)

1. Kurangnya cairan hidrolik (oli) dalam tangki.
2. Tersumbatnya saringan (filter oil) karena cairan hidrolik yang kotor.
3. Kehilangan daya hisap pada saluran hisap.
4. Cairan hidrolik (oli) yang tidak cocok.



Gambar 16.2. Kunci penyebab permasalahan pemeliharaan

Permasalahan tersebut di atas dapat diatasi atau dicegah dengan memahami sistem dan pemeliharaan yang sempurna.

Bagaimanakah pemeliharaan yang sempurna itu ?

Pemeliharaan yang sempurna ialah pemeliharaan yang pelaksanaannya sistematis, taat asas dan berkesinambungan (kontinyu). Berikut ini adalah kegiatan pemeliharaan yang secara rutin harus dilaksanakan secara sistematis :

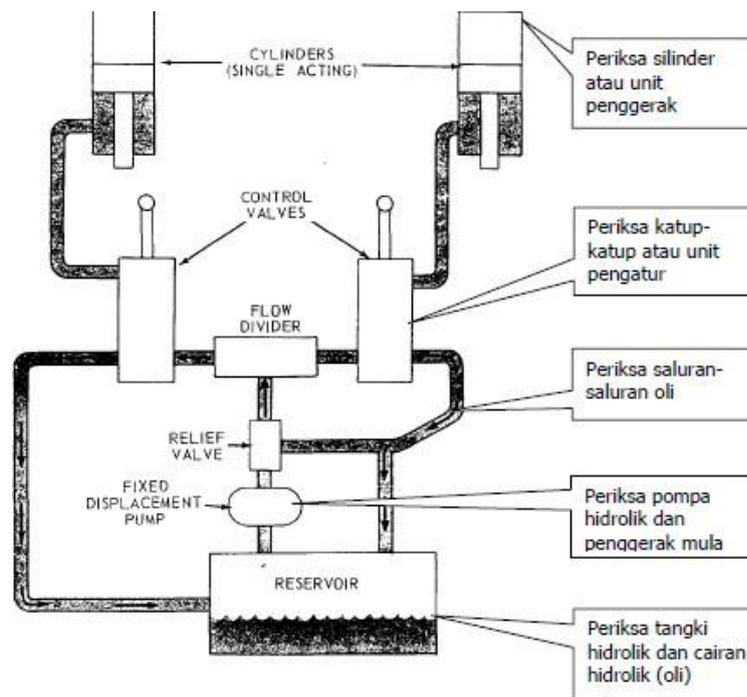
16.2.3. Pengecekan sistem sebelum operasi

Pengecekan ini dilakukan secara reguler setiap akan mengoperasikan sistem. Beberapa titik yang harus dicek (diperiksa) antara lain: (lihat gambar.16.3)

1. Pemeriksaan tangki hidrolik dan oli

Hal-hal yang perlu diperiksa ialah:

- Periksa permukaan (level) oli apakah masih ada pada garis batas. Apabila kurang permukaan oli, tambahkan dengan oli yang sama. Apabila dari hasil pemeriksaan permukaan oli dari hari-ke hari terlihat penurunan permukaan oli yang drastis, maka periksalah tangki oli atau pipa/selang barang kali ada yang bocor atau retak.
- Pemeriksaan kondisi oli.
 - ✓ Bila oli berbusa atau bergelembung berarti ada udara yang masuk. Periksalah bagian-bagian yang bocor dan betulkan.



Gambar 16.3. Skema pengecekan sistem sebelum operasi

- ✓ Bila oli berubah menjadi seperti air susu berarti ada air yang tercampur ke dalam oli hidrolik. Gantilah oli itu dan pastikan bahwa oli tersimpan dengan baik dan tidak terkontaminasi oleh apapun.

- ✓ Periksa saringan oli (oil filter). Sebelum mengangkat tutup filter lap (bersihkan) dulu kotoran atau debu yang melekat padanya. Bila memeriksa oli dengan tongkat (stick) lap dulu stick tersebut dengan kain lap yang bersih.
2. Pemeriksaan pendingin (cooler), saluran dan konektor
- Bersihkan pendingin oli secara berkala, periksa bila ada yang bocor, jagalah sirip-sirip pendingin selalu bersih, jangan sampai terbalut oli, jagalah jangan sampai karatan dan sebagainya.
 - Periksalah saluran oli (konduktor) dan konektornya barang kali terjadi hal-hal :
 - ✓ Bocoran oli pada saluran tekan. Periksalah bocoran pada bagian luar selang atau pada fitting (konektor) dan selalu gunakan kertas kardos jangan diraba dengan tangan.
 - ✓ Bocoran udara. Tanda bahwa ada udara yang bocor terhisap ke dalam sistem ialah adanya gelembung udara atau buih pada oli dalam tangki.
 - ✓ Pipa atau selang peok. Hal ini barangkali karena adanya buih, atau terlalu panas, atau kehilangan tenaga hidrolis. Gantilah pipa atau selang yang peok ini tetapi pipapengganti harus dibersihkan dulu dan dicuci dengan bahan pelarut yang bersih pula.
 - Kencangkanlah semua konektor (fitting) yang kendur. Gunakan dua buah kunci untuk menghindari terpuntirnya pipa atau selang. Ingat! Pengencangan hanya sampai pada asal bocornya sudah sembuh.
3. Pemeriksaan katup-katup
- Periksa kebersihan katup, karena kotoran yang mengganjal pada katup akan membuat katup popet tidak menutup dengan rapat dan bila mengganjal pada katup geser dapat menyebabkan katup cepat aus.
 - Periksa ke-ausan katup. Katup yang telah aus spoolnya (piston katup) atau piring gesernya atau dudukannya atau bola-nya akan mengakibatkan kebocoran. Dengan demikian katup tidak dapat bekerja dengan sempurna.
4. Pemeriksaan silinder atau aktuator
- Periksa kebocoran silinder baik kebocoran luar maupun dalam. Apabila terdapat kebocoran maka segeralah diatasi.
 - Periksa pengikatan silinder (cylinder mounting). Bila kendur, kencangkanlah, bila posisinya berubah betukan .

- Periksa posisi batang piston. Dalam keadaan berhenti mesti-nya batang piston berada di dalam; karena apabila posisinya di luar dia akan menjadi tempat berkumpulnya debu dan air embun yang akan mengakibatkan korosi. Bila terpaksa harus di luar maka perlu di lumas dengan greas yang memadai.
- Untuk motor hidrolik, periksa jangan sampai bekerja hingga suhu meningkat tajam, karena motor hidrolik tidak boleh bekerja pada suhu tinggi. Periksa juga apakah sistem pendinginan berfungsi dengan baik. Periksa dulu apabila motor hidrolik bekerja hingga suhu meningkat apakah oli di dalam sistem telah mencukupi.
- Periksa pula kebocoran pada motor hidrolik seperti pada sambungan motor dengan selang, periksa sekitar poros yaitu pada sealnya apakah ada kebocoran dan periksa pada permukaan sambungan belahan motor.

5. Pemeriksaan pompa hidrolik

- Periksalah sambungan antara selang saluran tekan dengan ulir pada penutup pompa (cap screw) apakah sudah cukup kuat, sudah benar posisinya dan rapat.
- Periksalah apakah ada kebocoran pada sambungan pompa dengan konektor dan konduktornya.
- Periksa pompa hidrolik dalam keadaan jalan, apakah dengan keadaan ini dengan tekanan kerja yang cukup tidak ada bocoran.

16.2.4. Pencegahan beban lebih

Beban lebih ini akan mengakibatkan rusaknya komponen atau akan membahayakan keselamatan. Hal ini dapat terjadi karena beberapa hal antara lain :

1. Tekanan kerja terlalu tinggi

Dengan tekanan oli yang terlalu tinggi melebihi keperluan atau bahkan melebihi kapasitas dapat mengakibatkan hal-hal yang tidak diinginkan seperti : timbulnya kecepatan gerak yang berlebihan, meningkatkan suhu kerja dan merusak komponen.

Sebab-sebab tekanan kerja terlalu tinggi antara lain:

- Sengaja regulator atau relief valve disetel tinggi. Untuk itu periksa dan setel ulang, sesuaikan dengan keperluan.
- Relief valve tidak berfungsi, mungkin tersumbat, mungkin rusak dan sebagainya, sehingga tekanan kerja hidrolik tidak terkontrol.
- Terdapat penyumbatan pada saluran oli sehingga terjadilah tekanan lebih.
- Beban terlalu berat.

Untuk mencegah terjadinya beban lebih, kembalikanlah kepada penyebabnya untuk dihindari sehingga sebab-sebab tadi tidak terjadi.

2. Kecepatan terlalu tinggi (kecepatan putar atau kecepatan gerak)

Dengan kecepatan yang terlalu tinggi berarti akan terjadi gesekan antar komponen yang semakin tinggi pula. Gesekan yang tinggi akan menimbulkan panas yang berlebihan dan juga akan mempercepat ausnya komponen-komponen yang saling bergesekan. Pencegahan kecepatan ini sangatlah tergantung pada operator dan operator perlu dibina oleh atasannya.

3. Suhu yang terlalu tinggi (over heating)

Suhu kerja yang meningkat terlalu tinggi akan berakibat antara lain :

- Cairan hidrolik menjadi sangat encer sehingga mudah bocor (daya rapatnya hilang).
- Dengan suhu yang tinggi akan memanaskan seal sehingga seal akan lembek atau rusak dan akhirnya bocor.
- Timbulnya lapisan semacam pernis pada permukaan komponen yang justru membuat komponen menjadi kasar.
- Timbul bocoran yang berlebihan.
- Berkurangnya output dari sistem.

Sebab-sebab terjadinya suhu tinggi antara lain:

- Putaran atau kecepatan gerak aktuator terlalu cepat.
- Beban terlalu tinggi.
- Tekanan kerja hidrolik terlalu tinggi.
- Lingkungan kerja yang memang suhunya terlalu tinggi.
- Terdapat kotoran atau lumpur yang mengendap di dalam tangki atau bahkan pada pipa-pipa atau pada pendingin, sehingga menghambat perambatan panas.
- Terdapat bagian-bagian yang penyok atau bengkok sehingga terjadi penyempitan yang akan menghambat sirkulasi oli.
- Kekurangan oli/cairan hidrolik (level oli dalam tangki turun jauh).

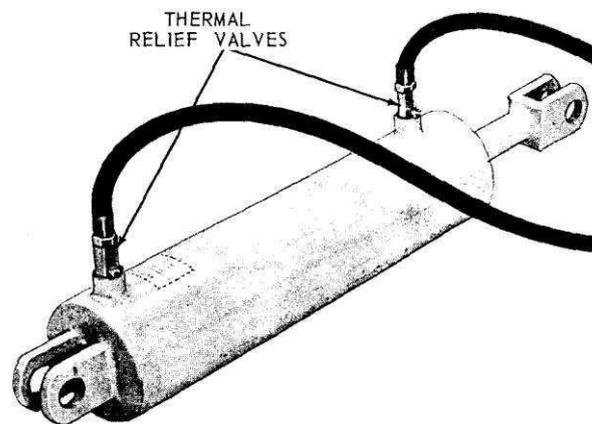
Setelah anda mengetahui sebab-sebab overheating maka untuk mengatasinya tentu saja tinggal dikembalikan kepada penyebabnya, yaitu sebab-sebab tersebut dicegah.

Ada satu hal lagi yang perlu dihindari yaitu yang disebut “thermal heat expansion”.

Yang disebut dengan thermal heat expansion ialah terjadinya pemuaian oli hidrolik karena panas dalam keadaan sistem hidrolik tidak bekerja. Panas ini berasal dari panas matahari atau mungkin memang dekat sumber panas yang lain. Maka hati-hati bila menyimpan mesin atau

alat yang menggunakan sistem hidrolik, jauhkanlah dari terkena panas. Pemuaiannya karena panas ini akan meningkatkan tekanan oli di dalam sistem, untuk setiap kenaikan suhu 10 C akan menaikkan tekanan sebesar 50-60 psi (3-4 bar) pada sistem yang tertutup. Dapat kita bayangkan bila kenaikan suhu cukup tinggi maka komponen sistem hidrolik akan pecah. Hal ini dapat diatasi dengan memasang thermal relief valve pada lubang saluran silinder. Lihat gambar (Gambar 16.4). Pada waktu terjadi thermal heat expansion tekanan lebih akan dibebaskan melalui thermal relief valve terus ke tangki.

Silinder yang tidak mempunyai thermal relief valve, perlu dikosongkan dulu sebelum disimpan.



Gambar 16.4. Silinder dengan thermal relief valve

16.2.5. Pelumasan

Untuk sistem hidrolik telah disebutkan di atas bahwa cairan hidrolik telah berfungsi sebagai pelumas. Dengan demikian sistem hidrolik tidak memerlukan lagi pelumasan kecuali bagian-bagian yang tidak dilalui oleh cairan hidrolik.

16.2.6. Menjaga Kebersihan

Bengkel hidrolik seperti bengkel-bengkel yang lain perlu selalu dijaga kebersihannya. Demikian pula sistem hidrolik itu sendiri harus selalu dijaga kebersihannya, karena dikatakan bahwa kebersihan pada sistem hidrolik adalah hal yang nomor satu. Mengapa demikian, yaitu bahwa kotoran dan kontaminasi harus selalu dijauhkan dari sistem hidrolik, karena partikel yang sangat kecil pun dapat membuat katup tergores, pompa terganjal, menyumbat orifis dan lain-lain sehingga menyebabkan kerusakan yang perbaikannya cukup mahal.

Bagaimana menjaga sistem hidrolik agar tetap bersih ?. Ikutilah uraian berikut ini:

1. Jagalah oli cairan hidrolis selalu bersih



Gambar 16.5. Jaga kebersihan oli

Simpanlah oli/cairan hidrolis ditempat yang benar-benar bersih, bebas dari debu atau kotoran lainnya. Bila akan mengisikan oli ke tangki hidrolis bawalah oli dengan wadah yang bersih yang ditutup dengan tutup yang bersih pula. Kemudian untuk menuangkannya gunakan corong yang pakai dengan saringan yang bersih pula. Bila akan menjajaki isi oli dengan menggunakan tongkat (dipstick), bersihkan pula tongkat tersebut dengan dilap memakai kain. lap yang bersih.

2. Jagalah kebersihan sistem hidrolis

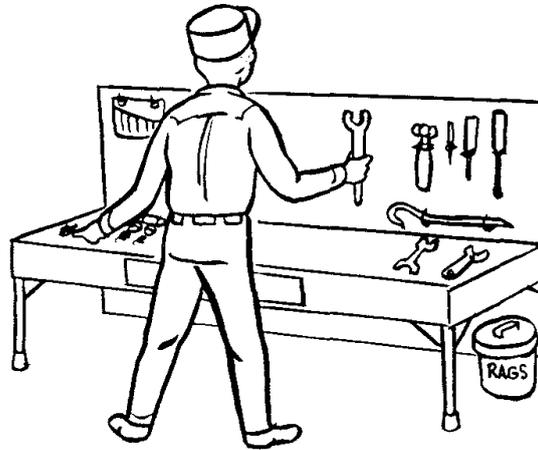
Sistem hidrolis harus dijaga kebersihannya, maksudnya ialah agar semua komponennya dalam keadaan bersih, tidak belepotan dengan oli atau grease atau zat lain yang akibatnya dapat mengikat debu atau partikel yang lain sehingga dapat menutup permukaan komponen tersebut. Hal ini akan mengakibatkan penyebaran panas keluar terhambat sehingga sistem menjadi panas.

Pada waktu membersihkan komponen hidrolis gunakanlah cairan pelarut atau pembersih kimia hanya untuk membersihkan komponen dari metal. Jangan sampai zat pembersih ini kontak dengan seal atau gasket. Bilaslah komponen yang dibersihkan tadi dan keringkan dengan menggunakan udara dari kompresor. Setelah itu oleskan pada komponen zat (oli) pencegah karat.

3. Jagalah tempat kerja anda selalu bersih

Bangku kerja yang bersih dan area yang bersih adalah mutlak diperlukan bila anda menservis komponen-komponen hidrolis. Untuk itu vacum cleaner tipe untuk industri sangat diperlukan karena dia akan dapat menghisap kotoran berupa debu, partikel kecil dari logam dan kotoran lain yang sejenis. Periksa pula alat-alat yang anda gunakan apakah cukup bersih.

Untuk pukul-memukul gunakan hamer dari plastik atau kulit atau kuningan agar jangan sampai ada tatal logam yang membahayakan yang masuk ke dalam komponen sistem hidrolik. Gambar 16.6 berikut menunjukkan bangku kerja dan area kerja yang bersih.



Gambar 16.6. Bangku kerja yang bersih dan rapi

16.3. Pemeliharaan Berkala

Kegiatan pemeliharaan berkala pada sistem hidrolik ialah kegiatan yang dilakukan pada waktu-waktu tertentu sesuai yang telah dijadwalkan.

16.3.1. Periode kegiatan

- **Mingguan (Weekly)**

- ✓ Periksa level oli pada tangki hidrolik dan ditambah bila kurang.
- ✓ Periksa filter(saringan), regulator (relief valve) dan pressure gauge apakah masih bekerja dengan baik. Pemeriksaannya dengan cara dicoba dan dianalisis. Apabila terdapat gangguan perlu diservis lebih dulu.
- ✓ Periksa apakah pada katup-katup terdapat kotoran seperti : debu, gerusan komponen (chips) dan kotoran lain yang dapat menimbulkan gangguan. Jika memang ada bersihkanlah.

- **Bulanan (Monthly)**

- ✓ Periksa kondisi konektor (pengikat), penghubung (konduktor) yang berupa selang atau pipa, apakah masih baik dan berfungsi.
- ✓ Periksa kondisi sambungan dengan perapatnya (seal), apakah ada bocoran-bocoran atau tidak.
- ✓ Periksa saluran-saluran pada katup apakah ada kebocoran atau tidak. Bila terjadi kebocoran betulkan dengan cara menyatelnya.

- **Enam bulanan (Six monthly)**
 - ✓ Pemeriksaan mingguan dan bulanan.
 - ✓ Periksa seal-seal pada komponen seperti pada silinder, motor hidrolik dan komponen lain.
 - ✓ Penyetelan-penyetelan : penyetelan mur / baut pengikat, penyetelan transmisi seperti belt, kopling dan sebagainya.
 - ✓ Pemeriksaan bantalan / bearing pada silinder, batang torak, poros motor hidrolik dan sebagainya.
- **Tahunan**
 - ✓ Pemeriksaan mingguan, bulanan dan enam bulanan.
 - ✓ Penggantian oli / cairan hidrolik .

16.3.2. Jenis kegiatan pemeliharaan berkala

Ada berbagai macam jenis kegiatan pemeliharaan berkala itu, tetapi dalam modul ini barangkali hanya akan dibahas beberapa hal saja, antara lain:

1. Penambahan oli /cairan hidrolik

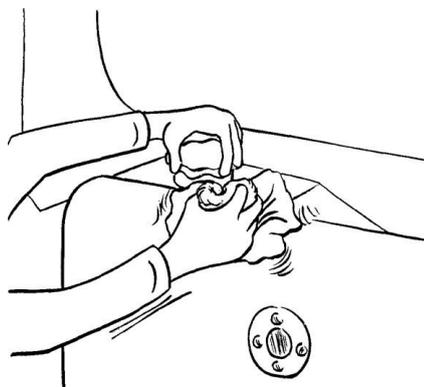
Apabila oli telah berkurang yang ditandai dengan turunnya level oli pada sight glass, maka harus segera ditambah lagi hingga garis level oli mencapai garis batas yang telah ditentukan. Bila anda akan menambah oli hidrolik hal-hal berikut harus diperhatikan :

- Pastikan bahwa oli di dalam sistem masih bersih dan memenuhi syarat.
- Bersihkan sekitar tutup tangki oli sebelum tutup tangki dibuka.
- Buka tutup tangki dan hati-hati jangan sampai ada ko-toran yang masuk sewaktu tutup terbuka.
- Ambil oli dari gudang dengan wadah yang bersih.
- Gunakan corong yang menggunakan saringan dan yang bersih pula.
- Tuangkan oli melalui corong dan perhatikan level oli da-lam tangki melalui sight glass.
- Tutup kembali tangki hidrolik dengan saksama.

2. Mengganti oli/cairan hidrolik

Sebelum mengisikan oli baru ke dalam tangki hidrolik (mengganti oli), oli yang lama dikeluarkan atau dikuras atau didrain terlebih dulu. Menguras oli semacam ini sangat baik bagi sistem hidrolik karena dengan menguras ini kotoran dan konta-minan seperti partikel kelupasan logam, debu, oksida oli dan sebagainya akan keluar. Kemudian tangki hidrolik dibersihkan dari kotoran atau endapan-endapan yang berisi kontaminan tadi.

Bila kotoran atau kontaminan terdapat zat yang lengket seperti lilin maka bersihkanlah dengan zat pelarut/pembersih yang sesuai hingga dapat menghilangkan zattersebut. Setelah pembersihan selesai bilaslah sistem tersebut (flushing the sistem) dengan menggunakan oli pembilas (khusus). Setelah oli pembilas dimasukkan, operasikan sistem tersebut agar oli pembilas dapat masuk ke seluruh penjurru dan seluruh bagian dari sistem. Lama pembilasan ini tergantung pada besar-kecilnya atau rumit dan tidaknya sistem hidrolik yang sedang dibilas. Biasanya memerlukan waktu antara 4 – 48 jam. Setelah dirasa cukup pembilasannya, maka oli pembilas kemudian dikuras kembali hingga bersih. Sekarang pengisian oli baru boleh dilakukan. Ingat cara pengisian oli baru sama halnya dengan penembahan oli tadi yaitu harus bersih, teliti, mencapai garis batas oli dan sebagainya kemu- dian tutuplah dengan rapat-rapat.



Gambar 16.7. Pengisian oli yang bersih

Setelah selesai pengisian oli jalankanlah mesin agar sistem hidrolik mendistribusikan olinya merata ke seluruh sistem dan jalankan paling sedikit 4 kali putaran agar udara dapat keluar semuanya dari dalam sistem. Kemudian periksa lagi level oli pada sight glass, apabila permukaannya turun tambahlah oli hingga mencapai garis batas.

3. Memeriksa dan membersihkan saringan (filter)

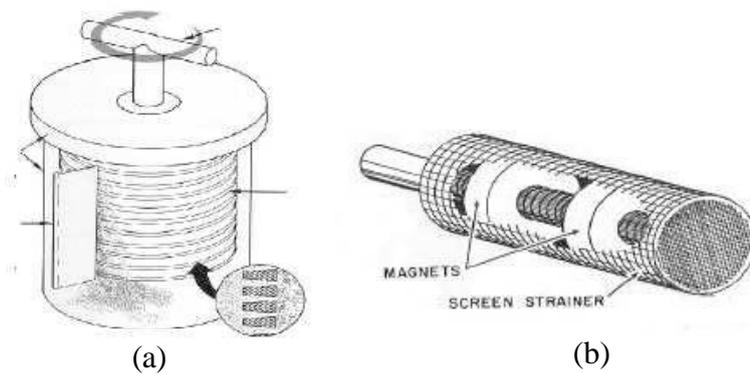


Gambar 16.8. Pengisian oli yang bersih

Filter bertugas untuk menyaring kotoran atau kontaminan agar cairan hidrolik bebas dari kontaminasi. Kontaminan tersebut dapat berasal dari luar (terutama dari udara) dan dari dalam seperti partikel kelupasan komponen, oksidasi oli, endapan dan sebagainya.

Bentuk-bentuk kontaminan dapat anda lihat pada gambar 16.8. Kontaminan ini harus difilter agar tidak merusak atau mengganggu beroperasinya komponen hidrolik.

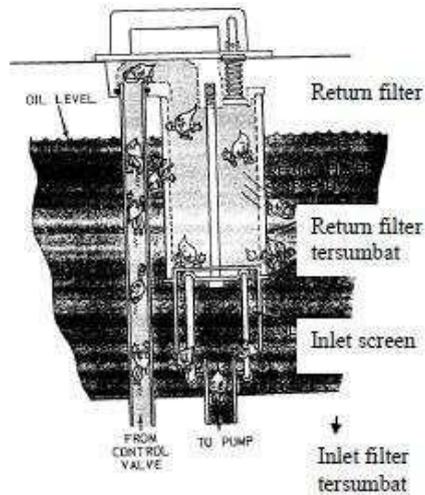
Ber macam-macam saringan dan cara pembersihannya adalah seperti berikut ini.



Gambar 16.9. (a) Strainer putar (b) Magnetic stainer

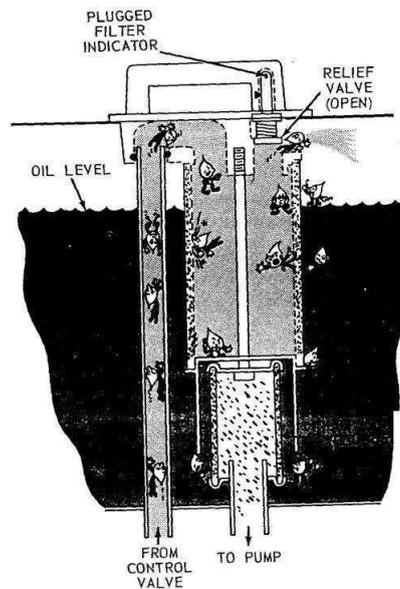


Gambar 16.10. Contoh filter yang dibongkar



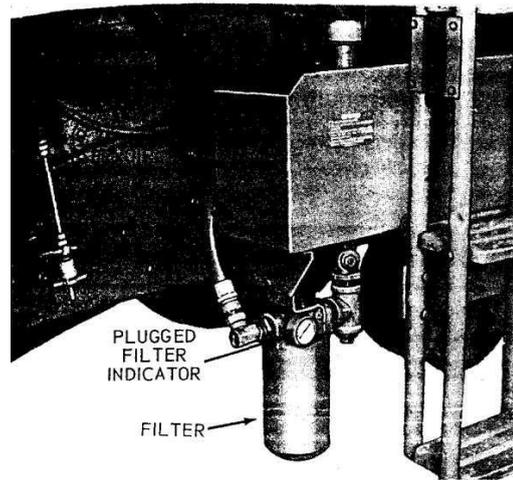
Gambar 16.11. Filter dengan relief valve tidak operasi

Gambar 6.11 menunjukkan kontaminan yang tersaring dan bagi kontaminan yang sangat kecil dapat lepas dari saringan balik (return filter).



Gambar 16.12. Filter dengan relief valve beroperasi

Gambar 16.12. menunjukkan filter yang menggunakan relief valve dan sedang beroperasi. Bila saringan dalam keadaan bersih perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar filter tidak terlalu besar. Tetapi bila return filter telah tersumbat dengan kontaminan, perbedaan tekanan akan semakin tinggi dan bila sam-pai batas penyetelan relief valve maka relief valve akan membuka. Pada saat ini mestinya operator te-lah mengetahui bahwa filter harus diservis.



Gambar 16.13. Tanda bahwa filter tersumbat

Lihat gambar 16.13, pressure gauge pada relief valve itu akan menunjukkan tingginya perbedaan tekanan. Bila tidak segera diservis, oli akan mengalir ke tangki tanpa filter yang akibatnya inlet filter juga akan tersumbat. Bila demikian pompa tidak lagi memompa oli dan akhirnya rusak total atau macet.

Bila telah ada tanda-tanda dari relief valve tadi segeralah hentikan mesin, tunggu sampai dingin, buka cap dari filter dan le-pas komponen penyaringnya. Cuci atau bersihkan dan bilas hingga bersih, keringkan sampai kering kemudian pasang kembali. Zat pencuci harus dipilih yang sesuai dengan komponen saringan tersebut. Bila filter tidak mungkin lagi dicuci maka ganti-lah dengan yang baru.

4. Memeriksa kebocoran (Leaks)

Apakah yang menyebabkan kebocoran itu? Sebenarnya ada banyak penyebabnya tetapi dapat kita golongkan menjadi dua saja yaitu:

- Kebocoran dalam. Kebocoran ini terjadi biasanya pada saluran hisap. Tidak mengakibatkan kehilangan oli secara nyata tetapi mengurangi efisiensi dari sistem hidrolis karena akan ada udara yang terhisap dan terperangkap ke dalam oli, membentuk gelembung-gelembung atau mem-buih. Juga akan meningkatkan suhu dari sistem yang berarti pemborosan tenaga. Kebocoran dalam ini sukar dideteksi oleh karenanya tandanya perlu kita kenali yaitu makin lambatnya gerakan aktuator (lamban) dan tenaga terasa berkurang. Bila tanda-tanda itu muncul maka sistem perlu ditest.
- Kebocoran luar. Kebocoran luar akan mengakibatkan oli/cairan hidrolis berkurang, mengotori tempat kerja sehingga kelihatan jorog dan yang penting adalah

membahayakan orang yang bekerja karena licin. Ada pun penyebab kebocoran luar ini juga bermacam-macam antara lain :

- ✓ Setiap sambungan dari rangkaian hidrolik dapat menyebabkan ke-bocoran bila ikatannya kurang pas, atau berbeda ukuran dan se-bagainya. Oleh karena itu harus hati-hati dan teliti bila memasang rangkaian (sirkuit).
- ✓ Komponen juga dapat bocor, oleh karena itu pada waktu merakit (assembling) harus teliti dan menggunakan seal atau gaskets yang cocok.
- ✓ Karet penutup selang fleksibel dapat juga retak dan bocor, maka harus sering diperiksa agar tidak terlanjur besar.
- ✓ Tekanan oli yang berlebihan juga dapat menyebabkan bocor. Oleh karena itu setelah tekanan kerja hidrolik sesuai dengan kebutuhan dan sesuai dengan kapasitas sistem.

Ingat !

Kebocoran oli hidrolik yang bertekanan tinggi sangat berbahaya, misalnya pancaran oli bertekanan tinggi dapat menyakiti orang atau bila kena percikan api dapat mengakibatkan kebakaran yang sangat merugikan.

5. Melakukan Penyetelan-penyetelan

Agar kita pastikan bahwa sistem hidrolik bekerja dalam keadaan sempurna, maka di samping secara rutin diadakan pemeriksaan juga secara berkala harus diadakan penyetelan-penyetelan. Penyetelan-penyetelan tersebut meliputi bagian-bagian yang bersambung, bagian-bagian yang bergerak maupun instrumen-instrumen pengontrol.

Penyetelan bagian-bagian yang bersambung seperti pengencangan baut-mur pengikat, penyetelan penjepit selang (hoses fittings), pengencangan sambungan kabel dan lain-lainnya.

Penyetelan bagian-bagian yang bergerak seperti silinder hidrolik, motor hidrolik, rantai dan sebagainya.

Penyetelan instrumen pengontrol seperti penyetelan/kalibrasi pressure gauge, thermometer dan alat-alat kontrol lainnya.

16.4. Pemeliharaan Prakiraan (Predictive Maintenance)

Yang dimaksud dengan pemeliharaan prakiraan atau predictive maintenance ialah kegiatan pemeliharaan untuk memperkirakan umur atau pun masa berfungsinya secara efektif dan efisien suatu komponen atau suatu peralatan.

Ada pun tujuan dari predictive maintenance ini antara lain :

- Dapat mengatur jadwal pemeliharaan berkala. Dengan telah diprediksikannya kapan suatu komponen atau peralatan disetel kembali atau diservis atau diganti karena umur pakainya

memang sudah habis, maka jadwal pemeliharaan berkala dapat ditetapkan demikian juga jadwal produksi dapat diatur karena mesin/peralatan produksi sedang dalam pemeliharaan atau berhenti. Dengan demikian program produksi dapat dialihkan ke mesin yang lain atau setidaknya penerimaan order atau penetapan waktu penyerahan dapat diatur sedemikian rupa sehingga reputasi perusahaan tetap terjaga.

- Dapat mempersiapkan komponen pengganti sebelumnya. Dengan telah disiapkannya komponen pengganti sebelumnya ini berarti pekerjaan replacing atau pun servicing dapat lebih lancar karena segala keperluan telah tersedia. Waktu tunggu yang biasanya membosankan tidak terjadi. Dengan demikian jadwal kerja secara tepat dapat dipenuhi. Hal ini sangat menguntungkan karena proses produksi akan segera berjalan kembali.

Dalam hubungannya dengan pemeliharaan sistem hidrolik, hal ini sangat penting diperhatikan dalam mendukung suatu sistem manufacturing dimana kemungkinan sistem hidrolik bekerja selama 24 jam non stop. Bila sistem hidrolik berhenti secara tiba-tiba akan mengakibatkan semua mesin atau peralatan yang menggunakan atau dilayani oleh sistem hidrolik akan berhenti pula.

Sedangkan jadwal belum diatur atau belum disesuaikan dengan jadwal pemeliharaan, sehingga banyak karyawan yang menganggur, target produksi terhambat dan masih ada hal-hal lain lagi yang merugikan.

Menurut pengalaman, dalam suatu sistem hidrolik ada beberapa komponen yang dapat diperkirakan (diprediksi) umurnya atau masa pakainya, antara lain :

- Sabuk atau belt. Sabuk berfungsi untuk memindahkan tenaga dari penggerak mula (motor listrik atau motor bakar) ke pompa hidrolik atau pesawat lain. Sabuk ini dibuat dari bahan-bahan yang fleksibel seperti karet atau bahan sintesis atau plastik yang diperkuat dengan bahan-bahan serat yang cukup kuat. Umur pakai dapat diperkirakan sesuai dengan jenis maupun ukuran belt itu sendiri. Belt pada umumnya dapat dipakai kira-kira 1000 jam kerja atau bila belt tadi dipakai secara non stop berarti dapat dipakai dalam waktu 1 tahun.
- Bantalan atau bearing. Bantalan ini juga dapat diperkirakan umur pakainya.
- Perapat atau pernak atau seal. Perapat seal pada umumnya terbuat dari bahan karet atau karet sintesis atau kulit atau plastik. Komponen ini juga dapat diperkirakan masa pakainya atau dapat dilihat pada petunjuk manufakturnya.
- Pemipaan atau piping. Masalah pemipaan juga harus mendapat prediksi yang cukup baik, karena pemipaan merupakan penyaluran cairan hidrolik untuk mendistribusikannya ke

seluruh pemakai. Yang perlu diprediksi adalah kapan pipa-pipa logam dicat kembali untuk melindunginya dari proses korosi atau bila pipa karet atau plastik, kapan harus diganti. Demikian juga perlu diprediksi kapan harus diadakan penyetelan-penyetelan ulang agar kedudukan pipa tetap memenuhi persyaratan.

- Saringan oli atau filter. Saringan oli ini tidak hanya diprediksi kapan harus diganti tetapi juga perlu diprediksi kapan harus diservis atau dibersihkan dan disetel kembali.

Dengan diperlukannya prakiraan-prakiraan ini berarti seorang teknisi harus tahu dan harus ada catatan tentang kapan suatu komponen dipasang dan kapan diadakan pemeliharaan. Dengan demikian adanya catatan-catatan pemeliharaan atau maintenance record menjadi sangat penting untuk dilaksanakan.

Latihan

Jawablah soal-soal berikut dengan singkat atau dengan mengisi titik-titik yang ada !

1. Apa yang dimaksud dengan pemeliharaan?
2. Sebutkan apa tujuan pemeliharaan itu!
3. Apa yang dimaksud dengan preventif maintenance?
4. Apa saja yang harus dipersiapkan pada kegiatan pra pemeliharaan?
5. Sebutkan tiga macam kegiatan pemeliharaan rutin!
6. Apa yang dimaksud dengan pemeliharaan berkala?
7. Bagian-bagian dari sistem hidrolis yang perlu diperiksa secara berkala antara lain :
a).....b).....c).....
8. Thermal relief valve berfungsi untuk
9. Kenaikan suhu 1 derajat Celcius dapat mengakibatkan kenaikan tekanan sebesarbar.
10. Mengapa filter secara berkala harus diservis atau diganti?

Latihan Akhir / Keseluruhan Hidrolik

A. Jawablah soal- soal berikut dengan memberi tanda silang (x) pada alternatif jawaban yang anda anggap paling benar !

1. Output/keluaran dari sistem hidrolik ditunjukkan oleh
 - a. pompa hidrolik
 - b. konduktor
 - c. actuator
 - d. accumulator
2. Yang menghanyutkan kontaminant dari seluruh sirkuit hidrolik adalah
 - a. filter
 - b. strainer
 - c. cairan hidrolik
 - d. katup-katup
3. Gerak silinder maju mundur atau gerak motor hidrolik putar kanan atau putar kiri diatur oleh
 - a. pressure controll valve
 - b. directional controll valve
 - c. flow control valve
 - d. relief valve
4. Kecepatan gerak actuator diatur oleh
 - a. flow control valve
 - b. chek valve
 - c. directional controll valve
 - d. filter
5. Berikut ini berfungsi untuk memisahkan kontaminant dari oli
 - a. bufle plate
 - b. pressure gauge
 - c. pompa
 - d. filter
6. Untuk meningkatkan besar tekanan kerja hidrolik tanpa mengubah seting digunakan
 - a. pressure regulator
 - b. relief value
 - c. sequence value
 - d. pressure intensifer
7. Berikut ini adalah satuan vikskositas oli kecuali
 - a. Saybolt Unit (SB)
 - b. Derajat engler (E)
 - c. Derajat Kelvin (K)
 - d. Centi Stoke (cST)
8. Untuk mengukur besar viskositas suatu cairan digunakan alat berikut ini
 - a. ball viscometer
 - b. firo meter
 - c. mano meter
 - d. higro meter
9. Penunjukkan tekanan pada pressure gauge adalah 290 Psi. Tekanan tersebut berarti
 - a. 200 Kpa
 - b. 20 kg/cm²
 - c. 20 Bar
 - d. 1520 cmHg

10. Tekanan operasional cairan hidrolik di dalam sirkuit hidrolik diatur batas maksimumnya oleh
- sequence valve
 - relief valve
 - pressure regulating valve
 - reducing valve
11. Pressure line filter dipasang pada
- saluran hisap
 - saluran tekan
 - saluran balik
 - saluran pemandu
12. Untuk mengatur tekanan guna mengoperasikan actuator berikutnya, digunakan katup pengatur tekanan jenis
- relief valve
 - pressure sequence valve
 - pressure reducing valve
 - unloading relief valve
13. Berikut ini termasuk single acting cylinder, kecuali
- differential cylinder
 - telescopic acting load returns the piston
 - single acting returns the ram
 - single acting load returns the piston
14. Dalam penyusunan diagram sirkuit hidrolik, nomor kode berikut menunjukkan nomor kode untuk actuator
- 1.0.2.0.3.0
 - 1.1.1.1.3.1
 - 1.2:1.3:2.2.2.3.3.2.3.3.
 - 0.1:0.2:0.3:
15. Output/keluaran dari motor hidrolik ialah:
- gerak naik-turun
 - gerak swipel
 - gerak putar kontinyu
 - gerak maju-mundur
16. Katup-katup hidrolik adalah konstruksi yang presisi. Maka oli yang masuk harus sangat bersih, oleh karena itu pada saluran yang masuk ke katup perlu dipasang
- strainer
 - filter
 - fine filter
 - course filter
17. Salah satu tanda adanya kerusakan pada mesin adalah
- Timbulnya getaran yang berlebihan
 - Adanya kelebihan beban
 - Suara mesin yang nyaring
 - Mesin bergerak cepat

18. Kegiatan pemeliharaan untuk mencegah laju kerusakan disebut
 - a. Preventif maintenance
 - b. Korektif maintenance
 - c. Predictive maintenance
 - d. Emergensi maintenance
19. Berikut ini termasuk kegiatan rutin maintenance kecuali
 - a. pencegahan beban lebih
 - b. pelumasan
 - c. penggantian oli
 - d. menjaga kebersihan mesin dan lingkungan
20. Mempersiapkan alat dan bahan pemeliharaan termasuk kegiatan
 - a. Pemeliharaan harian
 - b. Pra pemeliharaan
 - c. Pemeliharaan berkala
 - d. Pemeliharaan prediktif

B. Jawablah soal-soal berikut ini dengan memberikan isian pada titik – titik yang ada

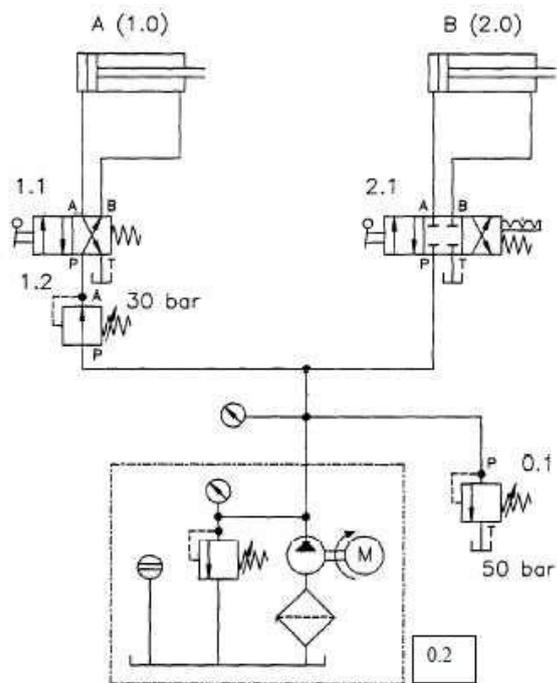
1. Setelah diagnose kerusakan dilakukan, maka komponen yang diperkirakan rusak kemudian dibongkar (desmantling), diperiksa dibagian mana yang rusak dan apa jenis kerusakannya. Kegiatan ini disebut.....
2. Hal-hal berikut ini menyebabkan terjadinya kerusakan/keausan pada komponn – komponen yang bergerak:
 - a).....
 - b).....
 - c).....
3. Overheating (peningkatan suhu yang berlebihan) pada sistem hidrolik disebabkan oleh:
 - a).....
 - b).....
 - c).....
4. Apabila terjadi kebocoran dalam (internal leakage) pada relief valve maka oli secara tidak sengaja akan terlepas ke tangki, dengan demikian tekanan operasional oli akan.....
5. Kecepatan gerak aktuator terlalu lamban salah satu penyebabnya ialah karena viskositas oli.....
6. Yang berikut ini termasuk bagian-bagian dari tangki hidrolik:
 - a).....
 - b).....
 - c).....

7. Orang yang bekerja di bengkel hidrolik perlu mengenakan alat-alat keselamatan kerja seperti:
 - a).....
 - b).....
 - c).....
8. Sikap cermat dan hati-hati dalam melaksanakan bongkar pasang dan perbaikan komponen sangat diperlukan untuk menghindarkan kehilangan komponen, kekeliruan pasang, kelambatan pasang karena komponen bercampur baur dan sebagainya. Sikap tersebut antara lain:
 - a).....
 - b).....
 - c).....
9. Penilaian/pengujian hasil perbaikan yang selalu dilakukan setelah selesainya perbaikan suatu mesin adalah
 - a).....
 - b).....
 - c).....
10. Perangkat administrasi pemeliharaan yang diperlukan antara lain
 - a).....b).....

C. Kerjakanlah soal-soal berikut sesuai dengan perintahnya!

Perhatikanlah diagram sirkuit hidrolis berikut ini, kemudian :

- a) Sebutkan nama-nama komponen yang digunakan pada sirkuit!
- b) Jelaskan dengan singkat cara kerjanya!



DAFTAR PUSTAKA

1. D. Markk, B. Scharader, M. Thomes, *Hydraulics (Basic Level TP 501)*.
Festo Didactic, Esslingen 1990.
2. J.P.Hasebrink, R.Kobler, *Fundamentals Of Pneumatic Control Engineering-
Textbook*,
Esslingen, Festo Didactic, 1989
3. Peter Rokhner, *Industrial Hydraulic Control*, Melbourne, 1984.
4. P. Croser, *Pneumatics, Basic Level Textbook*, Esslingen ,Festo Didactic, 1989
5. P.Croser, *Pneumatik, Tingkat Dasar*, Jakarta, Festo Didactic, PT
Nusantara CyberneticEka Perdana, 1994
6. Sugihartono, Drs. *Sistem Kontrol dan Pesawat Tenaga Hidrolik*, Tarsito Bandung,
1988
7. Werner Deppert, Kurt Stoll, *Pneumatic Control*, Wurzburg, Vogel-Verlag, 1987.
8. *Fluid Power 2*, Parker-Hanafin-Cooperation Ohio, 1982.
Industrial Hydroulic Manual,

BABI

