

MODUL ELEKTRONIKA DAN MEKATRONIKA

LIMIT SWITCH DAN SENSOR PADA PNEUMATIK DAN ELEKTRO PNEUMATIK

OLEH ARIF YUNianto



**MODUL LIMIT SWITCH DAN SENSOR PADA PNEUMATIK
DAN ELEKTRO PNEUMATIK**

Untuk Sekolah Menengah Kejuruan
Edisi Tahun 2017



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

**MODUL LIMIT SWITCH DAN SENSOR PADA PNEUMATIK
DAN ELEKTRO PNEUMATIK**

Copyright © 2017, Direktorat Pembinaan SMK

All rights Reserved

Pengarah

Drs. H. Mustaghfirin Amin, M.BA

Direktur Pembinaan SMK

Penanggung Jawab

Arie Wibowo Khurniawan, S.Si. M.Ak

Kasubdit Program dan Evaluasi, Direktorat Pembinaan SMK

Ketua Tim

Arfah Laidiah Razik, S.H., M.A.

Kasi Evaluasi, Subdit Program dan Evaluasi, Direktorat Pembinaan SMK

Penyusun

Arif Yuniarto

(SMKN 2 Wonosari Gunung Kidul D.I Yogyakarta)

Desain dan Tata Letak

Rayi Citha Dwisendy, S.Ds

ISBN

978-602-5517-00-6



Penerbit:

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Komplek Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Gedung E, Lantai 13

Jalan Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta 10270

KATA PENGANTAR KASUBDIT PROGRAM DAN EVALUASI



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh
Salam Sejahtera,

Melalui Instruksi Presiden (Inpres) Nomor 9 Tahun 2016 tentang Revitalisasi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), dunia pendidikan khususnya SMK sangat terbantu karena akan terciptanya sinergi antar instansi dan lembaga terkait sesuai dengan tugas dan fungsi masing-masing dalam usaha mengangkat kualitas SMK. Kehadiran Buku Serial Revitalisasi SMK ini diharapkan dapat memudahkan penyebaran informasi bagaimana tentang Revitalisasi SMK yang baik dan benar kepada seluruh stakeholder sehingga bisa menghasilkan lulusan yang terampil, kreatif, inovatif, tangguh, dan sigap menghadapi tuntutan dunia global yang semakin pesat.

Buku Serial Revitalisasi SMK ini juga diharapkan dapat memberikan pelajaran yang berharga bagi para penyelenggara pendidikan Kejuruan, khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan untuk mengembangkan pendidikan kejuruan yang semakin relevan dengan kebutuhan masyarakat yang senantiasa berubah dan berkembang sesuai tuntutan dunia usaha dan industri.

Tidak dapat dipungkiri bahwa pendidikan kejuruan memiliki peran strategis dalam menghasilkan manusia Indonesia yang terampil dan berkeahlian dalam bidang-bidang yang sesuai dengan kebutuhan.

Terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada semua pihak yang terus memberikan kontribusi dan dedikasinya untuk meningkatkan kualitas Sekolah Menengah Kejuruan. Buku ini diharapkan dapat menjadi media informasi terkait upaya peningkatan kualitas lulusan dan mutu Sumber Daya Manusia (SDM) di SMK yang harus dilakukan secara sistematis dan terukur.

Wassalamu`alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Jakarta, 2017

Kasubdit Program dan Evaluasi
Direktorat Pembinaan SMK

KATA PENGANTAR PENULIS

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks modul pembelajaran ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Keahlian Teknologi Dan Rekayasa, Teknik Otomasi Industri.

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi belajar (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*students centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Buku teks modul pembelajaran *Limit Switch* dan Sensor pada Pneumatik dan Elektropneumatik ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains dan kebutuhan dunia industri.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran *Limit Switch* dan Sensor pada Pneumatik dan Elektropneumatik ini disusun dengan tujuan agar peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran dan belajar secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks siswa untuk Mata Pelajaran Hidrolik di tingkat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Stuttgart, 07 April 2017

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR KASUBDIT PROGRAM DAN EVALUASI	i
KATA PENGANTAR PENULIS	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	x
PETA KEDUDUKAN MODUL	xi
GLOSARIUM	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. STANDAR KOMPETENSI.....	1
B. DESKRIPSI.....	4
C. WAKTU.....	5
D. PRASYARAT.....	5
E. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL.....	5
F. TUJUAN AKHIR.....	6
G. CEK PENGUASAAN STANDAR KOMPETENSI.....	6
BAB II PEMBELAJARAN	
KEGIATAN BELAJAR: 1 DASAR-DASAR PNEUMATIK	
A. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	15
B. MATERI PEMBELAJARAN.....	15
C. RANGKUMAN.....	44
D. TEST FORMATIF.....	44
E. KUNCI JAWABAN.....	46
F. TUGAS.....	49
G. LEMBAR KERJA.....	50
KEGIATAN BELAJAR 2: KATUP KERJA MEKANIK (LIMIT SWITCH)	
A. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	56
B. MATERI PEMBELAJARAN.....	56
C. RANGKUMAN.....	63
D. TEST FORMATIF.....	64

E. KUNCI JAWABAN.....	65
F. TUGAS.....	67
G. LEMBAR KERJA.....	67

KEGIATAN BELAJAR: 3 DASAR-DASAR ELEKTRO DALAM PNEUMATIK

A. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	72
B. MATERI PEMBELAJARAN.....	72
C. RANGKUMAN.....	95
D. TEST FORMATIF.....	96
E. KUNCI JAWABAN.....	97
F. TUGAS.....	99
G. LEMBAR KERJA.....	100

KEGIATAN BELAJAR: 4 SAKELAR PEMBATAS (*LIMIT SWITCH*) DAN SENSOR

A. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	107
B. MATERI PEMBELAJARAN.....	107
C. RANGKUMAN.....	123
D. TEST FORMATIF.....	124
E. KUNCI JAWABAN.....	126
F. TUGAS.....	127
G. LEMBAR KERJA.....	128

KEGIATAN BELAJAR: 5 SENSOR PROKSIMITY

A. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	134
B. MATERI PEMBELAJARAN.....	134
C. RANGKUMAN.....	156
D. TEST FORMATIF.....	157
E. KUNCI JAWABAN.....	157
F. TUGAS.....	158
G. LEMBAR KERJA.....	158

KEGIATAN BELAJAR: 6 DIAGRAM STEP PERPINDAHAN (*DISPLACEMENT STEP DIAGRAM*)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	161
B. MATERI PEMBELAJARAN.....	161
C. RANGKUMAN.....	170
D. TEST FORMATIF.....	170
E. KUNCI JAWABAN.....	171
F. TUGAS.....	175
G. LEMBAR KERJA.....	176

BAB III EVALUASI

A. TES KOGNITIF.....	187
B. TES PSIKOMOTORIK.....	191
C. PENILAIAN SIKAP.....	192
D. PRODUK ATAU BENDA KERJA SESUAI KRITERIA STANDART.....	192
E. BATASAN WAKTU YANG TELAH DITETAPKAN.....	192
F. KUNCI JAWABAN.....	193
1. TES FORMATIF.....	193
2. TES PSIKOMOTORIK.....	197

BAB IV PENUTUP

A. KESIMPULAN.....	
B. TINDAK LANJUT.....	201

DAFTAR PUSTAKA.....	203
----------------------------	------------

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 1.1. Konstruksi Silinder Kerja Tunggal.....	21
2. Gambar 1.2 Konstruksi Silinder Kerja Ganda.....	22
3. Gambar 1.3a Katup dalam keadaan tidak aktif.....	31
4. Gambar 1.3b Katup dalam keadaan aktif.....	31
5. Gambar 1.4a Katup 3/2 N/C, dalam keadaan tidak aktif.....	32
6. Gambar 1.4b Katup 3/2 N/C, dalam keadaan aktif.....	32
7. Gambar 1.5 Katup 3/2 N/C, dalam keadaan tidak aktif.....	33
8. Gambar 1.5 Katup 3/2 N/C, dalam keadaan aktif.....	33
9. Gambar 1.6. Katup 5/2 , Prinsip Geser Mendatar.....	34
10. Gambar 1.7 Kontrol langsung silinder kerja tunggal.....	37
11. Gambar 1.8. Kontrol langsung silinder kerja ganda.....	39
12. Gambar 1.9. Kontrol tidak langsung silinder kerja tunggal.....	41
13. Gambar 1.10. Kontrol tidak langsung silinder kerja ganda.....	43
14. Gambar 2.1. Katup 3/2 , NC pengaktifan dengan tuas rol.....	56
15. Gambar 2.2. Katup 3/2 , NO, pengaktifan dengan rol.....	57
16. Gambar 2.3. Mekanisme mesin penyortir barang.....	58
17. Gambar 2.4. Rangkaian dengan menggunakan 1 <i>push button</i>	59
18. Gambar 2.4. Ilustrasi silinder bergerak mundur.....	60
19. Gambar 2.5. Ilustrasi rangkaian dengan menggunakan dua <i>push button</i>	60
20. Gambar 2.6 Rangkaian dengan menggunakan <i>limit switch</i>	61
21. Gambar 2.7 Rangkaian dengan menggunakan dua buah <i>limit switch</i>	63
22. Gambar 3.1 Elemen Kontrol Pneumatik.....	73
23. Gambar 3.2 Elemen Kontrol Elektro Pneumatik.....	73
24. Gambar 3.3 Unit Catu Daya Listrik.....	75
25. Gambar 3.4 Catu Daya dalam Pneumatik.....	75
26. Gambar 3.5. Tobol Tekan dan Saklar Tekan.....	76
27. Gambar 3.6 Kontak Terbuka (<i>Normaly Open</i>).....	77
28. Gambar 3.7. Kontak Tertutup (<i>Normaly Closed</i>).....	77
29. Gambar 3.8. Kontak Pemindah.....	77
30. Gambar 3.9. Sakelar batas (<i>limit switch</i>).....	78

31. Gambar 3.10 Rangkaian Sakelar Pembatas.....	78
32. Gambar 3.11. Sensor.....	79
33. Gambar 3.12. Selenoid Valve.....	79
34. Gambar 3.13. Simbol Katup Selenoid.....	80
35. Gambar 3.14. Ilustrasi Relay.....	80
36. Gambar 3.15. Relay.....	81
37. Gambar 3.16. Relay Waktu.....	81
38. Gambar 3.17 Rangkaian Lampu Dan Saklar.....	82
39. Gambar 3.18. Prinsip Kerja Rangkaian.....	82
40. Gambar 3.19 Rangkaian Lampu LED 1.....	83
41. Gambar 3.20. Prinsip Kerja Rangkaian.....	83
42. Gambar 3.21 Rangkaian Lampu LED 2.....	84
43. Gambar 3.22 Prinsip kerja rangkaian.....	84
44. Gambar 3.23 Rangkaian <i>Single Solenoid Valve</i>	85
45. Gambar 3. 24 Rangkaian <i>Double Solenoid Valve</i>	85
46. Gambar 3.25. Kontrol Langsung Silinder Kerja Tunggal.....	86
47. Gambar 3.26. Rangkaian Kontrol Elektropneumatik.....	87
48. Gambar 3.27. Kontrol Langsung Silinder Kerja Tunggal.....	88
49. Gambar 3.28. Rangkaian Kontrol Elektropneumatik.....	89
50. Gambar 3.29. Kontrol Tidak Langsung Silinder Kerja Tunggal.....	91
51. Gambar 3.30. Rangkaian Kontrol Elektropneumatik.....	91
52. Gambar 3.31. Kontrol Tidak Langsung Silinder Kerja Ganda.....	93
53. Gambar 3.32. Rangkaian Kontrol Elektropneumatik.....	94
54. Gambar 4.1 Saklar Pembatas (<i>Limit Switch</i>).....	109
55. Gambar 4.2. Konstruksi Saklar Pembatas (<i>Limit Switch</i>).....	110
56. Gambar 4.3. Contoh Sakelar Pembatas pada MPS Distributing.....	111
57. Gambar 4.4. Alat Sorting barang 1	111
58. Gambar 4.5. Prinsip Kerja rangkaian.....	112
59. Gambar 4.6. Alat Sorting barang 2.....	112
60. Gambar 4.7. Prinsip Kerja Rangkaian.....	113
61. Gambar 4.8 Macam-Macam Sensor proksimiti.....	115
62. Gambar. 4.9 Simbol Sensor Proksimiti.....	116
63. Gambar 4.10. Keluaran sensor proksimiti PNP.....	119

64. Gambar 4.11. Keluaran Sensor Proksimiti NPN.....	120
65. Gambar 4.12. Ilustrasi Mekanisme Mesin Bor.....	120
66. Gambar 4.13, 4.14. Prinsip kerja rangkaian.....	121
67. Gambar 4.15. Ilustrasi Rangkaian Silinder.....	122
68. Gambar 4.16. Prinsip Kerja Rangkaian Aktuator.....	122
69. Gambar 4.17. Prinsip Kerja Rangkaian Elektronik.....	123
70. Gambar 5. 1 Kontak buluh dalam gelas kaca.....	134
71. Gambar 5. 2 Reed switch dan diagram rangkaiannya.....	134
72. Gambar 5. 3 Simbol reed switch dan benda aslinya.....	135
73. Gambar 5. 4 Reed switch diaktifkan oleh magnet.....	135
74. Gambar 5. 5 Prinsip kerja reed switch pada badan silinder.....	136
75. Gambar 5. 6 Pemasangan reed switch pada badan silinder.....	136
76. Gambar 5. 7 Rangkaian reed switch dengan beban relai.....	137
77. Gambar 5. 8 Pembatas arus pada reed proximity sensor.....	138
78. Gambar 5. 9 Sensor induktif dan simbolnya.....	139
79. Gambar 5. 10 Blok diagram sensor induktif.....	139
80. Gambar 5. 11 Prinsip kerja sensor induktif.....	139
81. Gambar 5. 12 Aplikasi sensor induktif.....	140
82. Gambar 5. 13 Rangkaian sensor induktif dengan beban relai.....	141
83. Gambar 5. 14 Sensor kapasitif.....	142
84. Gambar 5. 15 Blok diagram sensor kapasitif.....	143
85. Gambar 5. 16 Prinsip kapasitor.....	143
86. Gambar 5. 17 Prinsip kerja sensor kapasitif.....	144
87. Gambar 5. 18 Aplikasi sensor kapasitif untuk level air.....	145
88. Gambar 5. 19 Aplikasi sensor kapasitif untuk mendeteksi isi kardus.....	145
89. Gambar 5. 20 Rangkaian sensor kapasitif dengan beban relai.....	146
90. Gambar 5. 21 Simbol LED dan Fotodioda.....	147
91. Gambar 5. 22 Tiga jenis sensor optic.....	147
92. Gambar 5. 23 Sensor optik jenis <i>throughbeam</i>	148
93. Gambar 5. 24 Aplikasi sensor jenis <i>throughbeam</i>	148
94. Gambar 5. 25 Sensor optik jenis retroreflektive.....	150
95. Gambar 5. 26 sensor retroreflective berpolarisasi.....	151
96. Gambar 5. 27 Aplikasi sensor optik jenis reflector.....	151

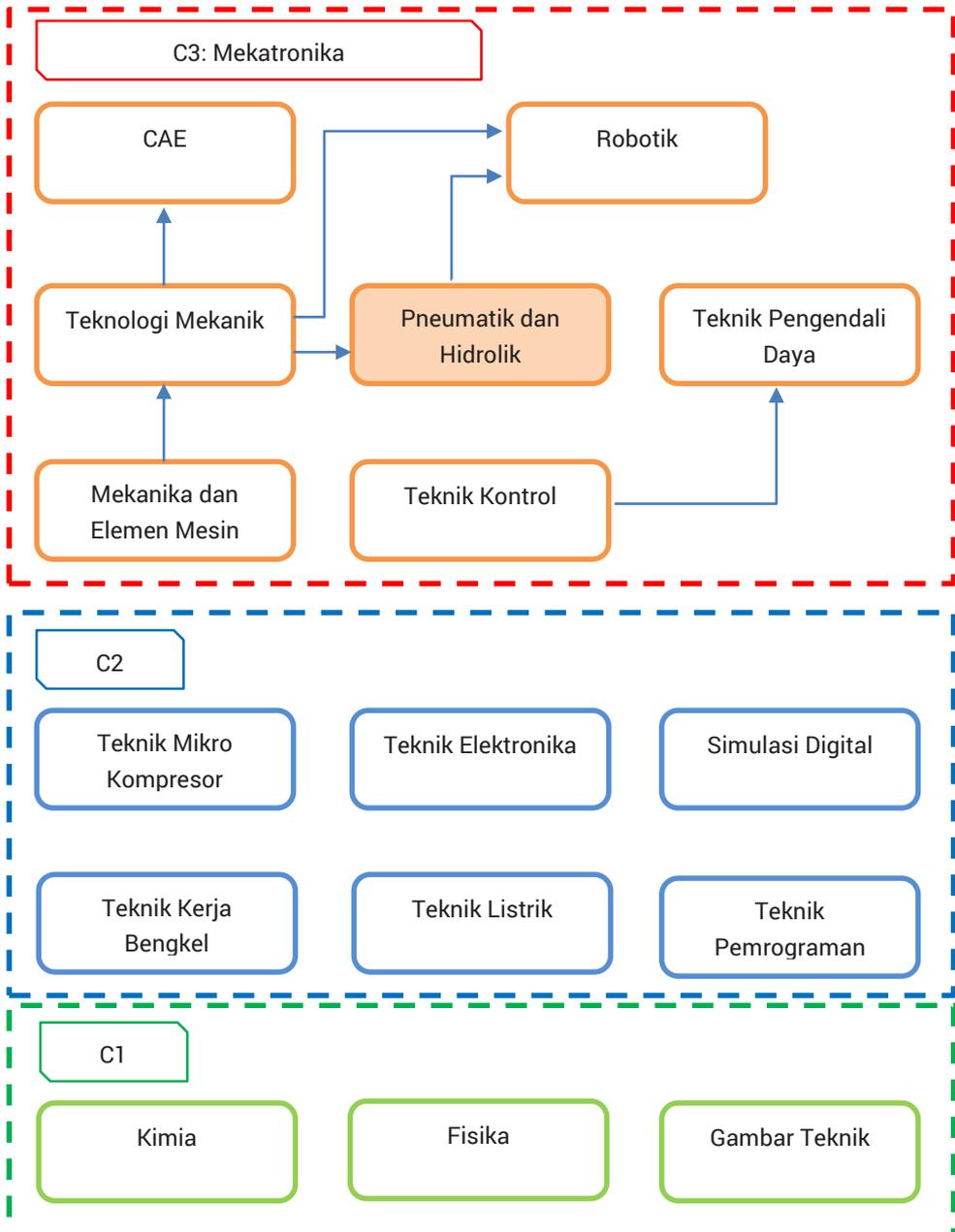
97. Gambar 5. 28 Sensor optik jenis reflektor untuk mengontrol lembaran suatu obyek.....	151
98. Gambar 5. 29 Sensor diffuse reflective.....	152
99. Gambar 5. 30 Sensor optik diffuse dengan obyek yang memantulkan.....	153
100. Gambar 5. 31 Sensor optik diffuse untuk memonitor posisi benda kerja.....	154
101. Gambar 5. 32 Sensor optik diffuse untuk mengecek bentuk benda kerja.....	154
102. Gambar 5. 33 Sensor optik through beam dengan kabel serat optic.....	155
103. Gambar 5. 34 Sensor optik difuse dengan kabel serat optic.....	155
104. Gambar 5.35 Sensor optik difuse dengan kabel serat optik untuk mendeteksi obyek kecil.....	156
105. Gambar 6.1 Diagram Step Perpindahan 2 buah <i>actuator</i>	161
106. Gambar 6.2. Langkah Pertama Pembuatan Diagram Step.....	162
107. Gambar 6.3. Langkah Kedua Pembuatan Diagram Step.....	162
108. Gambar 6.4. Langkah Ketiga Pembuatan Diagram Step.....	163
109. Gambar 6.5. Langkah Keempat Pembuatan Diagram Step.....	163
110. Gambar 6.6. Langkah Kelima Pembuatan Diagram Step.....	164
111. Gambar 6.7. Langkah Keenam Pembuatan Diagram Step.....	164
112. Gambar 6.8. Rangkaian Pneumatik Mesin Pemindah Barang.....	165
113. Gambar 6.9. Diagram Step Perpindahan.....	165
114. Gambar 6.10. Rangkaian Pneumatik Mesin Pemindah Barang.....	166
115. Gambar 6.11. Diagram Step Perpindahan.....	166
116. Gambar 6.12. Diagram Step Perpindahan Soal.....	167
117. Gambar 6.13. Prinsip Kerja Rangkaian Pneumatik.....	167
118. Gambar 6.14. Diagram Step Perpindahan Soal.....	168
119. Gambar 6.15. Prinsip Kerja Rangkaian Pneumatik.....	169
120. Gambar 6.16. Prinsip Kerja Rangkaian Elektro.....	169

DAFTAR TABEL

1. Tabel 1.1 Simbol-simbol actuator dalam pneumatik.....	19
2. Tabel 1.2. Simbol-simbol Katup Kontrol Arah (KKA) dalam pneumatik.....	25
3. Tabel 1.3. Penomoran Katup dalam Pneumatik.....	26
4. Tabel 1.4. Pembacaan Simbol Katup Pneumatik.....	27
5. Tabel 1.5. Pembacaan Simbol Katup Pneumatik.....	28
6. Tabel 1.6. Pembacaan Simbol Katup Pneumatik.....	29
7. Tabel 2.1 Simbol Limit Switch Pneumatik.....	57
8. Tabel 4.1 Macam-Macam Simbol Kontak.....	107
9. Tabel 4.2. Macam-macam simbol kontak yang dioperasikan oleh tangan (manual).....	108
10. Tabel 4.3. Macam-Macam Simbol Sensor.....	109
11. Tabel 5.1 Data Teknik Reed proximity sensor.....	137
12. Tabel 5. 2 Data Teknik Inductive proximity sensor.....	141
13. Tabel 5. 3 Data Teknik Capacitive proximity sensor.....	146
14. Tabel 5. 4 Data Teknik Sensor Optik Throughbeam.....	148
15. Tabel 5. 5 Data Teknik Sensor Optik Reflektor.....	151
16. Tabel 5. 6 Data Teknik Sensor Optik Diffuse.....	154

PETA KEDUDUKAN MODUL

Struktur kurikulum bidang keahlian Teknologi dan Rekayasa program keahlian Teknik Elektronika paket keahlian Teknik Mekatronika



GLOSARIUM

<i>Aktuator</i>	: Bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi kerja yang dimanfaatkan.
<i>Aktuator linier</i>	: Aktuator yang keluarannya berbentuk gerakan linier (lurus).
<i>Aktuator putar</i>	: Aktuator yang keluarannya berbentuk gerakan putar (berayun).
<i>Pneumatik</i>	: teknologi yang memanfaatkan udara terkompresi/bertekanan untuk menghasilkan gerakan mekanis.
<i>Elektrikal</i>	: Sistem kelistrikan dalam sistem elektronik.
<i>Filter</i>	: Penyaring / Pemisah.
<i>Interface</i>	: Salah satu layanan yang disediakan sistem operasi sebagai sarana interaksi antara pengguna dengan sistem operasi.
<i>Konduktor</i>	: Penghantar panas dan listrik yang baik.
<i>Mikrokontroler</i>	: Chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik umumnya terdiri dari CPU, Memori, I/O, Unit pendukung yang terintegrasi didalamnya.
<i>Pengering udara</i>	: Suatu peralatan yang berfungsi mengeringkan udara dari kompresor yang dibutuhkan oleh sistem.
<i>Pressure control valve</i>	: Katup yang mengatur tekanan dalam rangkaian dengan mengembalikan semua atau sebagian oli ketangki, apabila tekanan terpenuhi.
<i>Solenoid</i>	: Salah satu jenis komponen terbuat dari kabel panjang yang dililitkan secara rapat.
<i>Sensor</i>	: Komponen yang bertugas sebagai pendeteksi.
<i>Sorting</i>	: Stasiun dalam MPS yang mensimulasikan pemilihan jenis benda
<i>Sensor Optik</i>	: Sensor yang bekerja yang dipengaruhi oleh cahaya.
<i>Sensor Magnetik</i>	: Sensor yang bekerja dipengaruhi oleh kemagnetan

BAB I PENDAHULUAN

A. STANDAR KOMPETENSI

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
<p>1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya</p>	<p>1.1. Membangun kebiasaan bersyukur atas limpahan rahmat, karunia dan anugerah yang diberi oleh Tuhan Yang Maha Kuasa.</p> <p>1.2. Memiliki sikap dan perilaku beriman bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa berakhlak mulia, jujur, disiplin, sehat, berilmu, cakap, sehingga dihasilkan insan Indonesia yang demokratis dan bertanggung jawab sesuai dengan bidang keilmuannya</p>
<p>2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia</p>	<p>2.1. Menerapkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat, tekun; bertanggung jawab; terbuka; peduli, lingkungan) sebagai wujud implementasi proses pembelajaran bermakna dan terintegrasi, sehingga dihasilkan insan Indonesia yang produktif, kreatif dan inovatif melalui penguatan sikap(tahu mengapa), ketrampilan (tahu bagaimana), dan pengetahuan(tahu apa) sesuai dengan jenjang pengetahuan yang</p>

	<p>dipelajari</p> <p>2.2. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan</p> <p>2.3. Memiliki sikap dan perilaku patuh pada tata tertib dan aturan yang berlaku dalam kehidupan sehari-hari selama di kelas dan lingkungan sekolah.</p>
<p>3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.</p>	<p>3.1. Menjelaskan macam-macam komponen pneumatik dan cara kerjanya yang digunakan untuk mengoperasikan suatu mesin.</p> <p>3.2. Menjelaskan perbedaan rangkaian langsung dan tidak langsung rangkaian pneumatik.</p> <p>3.3. Memahami rangkaian silinder dengan menggunakan katup kombinasi.</p> <p>3.4. Membaca gambar rangkaian pneumatik dengan silinder lebih dari satu.</p> <p>3.5. Memahami sistem elektropneumatik</p> <p>3.6. Menjelaskan macam-macam komponen listrik dan cara kerjanya yang digunakan untuk mengoperasikan suatu mesin.</p> <p>3.7. Menjelaskan macam-macam katup solenoid dan cara kerjanya yang digunakan untuk mengoperasikan</p>

	<p>suatu mesin.</p> <p>3.8. Menjelaskan perbedaan rangkaian langsung dan tidak langsung rangkaian elektropneumatik.</p> <p>3.9. Menggambar rangkaian pneumatik mesin sederhana dengan menggunakan sensor proximity magnetik.</p> <p>3.10. Menggambar rangkaian pneumatik mesin sederhana dengan menggunakan sensor proximity induktif/kapasitif/ optik</p> <p>3.11. Membaca gambar rangkaian elektropneumatik dengan silinder lebih dari satu</p>
<p>4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung</p>	<p>4.1. Menunjukkan komponen-komponen pada rangkaian pneumatik dengan melihat simbolnya.</p> <p>4.2. Merangkai dan menjalankan rangkaian langsung dan tidak langsung silinder.</p> <p>4.3. Merangkai dan menjalankan silinder dengan rangkaian timer dan sakelar tekanan.</p> <p>4.4. Mengoperasikan dan merawat mesin pneumatik dengan silinder lebih dari satu.</p> <p>4.5. Menggambar rangkaian elektropneumatik</p> <p>4.6. Menunjukkan komponen-komponen listrik dengan melihat simbolnya dan mengecek awal komponen.</p>

	<p>4.7. Menunjukkan katup solenoid dengan melihat simbolnya dan mengecek awal komponen.</p> <p>4.8. Merangkai dan menjalankan rangkaian elektropneumatik secara langsung dan tidak langsung.</p> <p>4.9. Merangkai dan menjalankan mesin elektropneumatik sederhana dengan menggunakan sensor proximity magnetik.</p> <p>4.10. Merangkai dan menjalankan mesin elektropneumatik sederhana dengan menggunakan sensor proximity induktif/kapasitif/ optik</p> <p>4.11. Mengoperasikan dan merawat mesin elektropneumatik dengan silinder lebih dari satu.</p>
--	---

B. DESKRIPSI

Modul yang berjudul *Limit Switch* dan Sensor pada Pneumatik dan Elektro Pneumatik ini terdiri dari enam kegiatan pembelajaran yang disusun sedemikian rupa sehingga diharapkan akan dapat memberikan gambaran kepada peserta didik dalam mempelajari pelajaran penggunaan sensor pada pneumatik dan elektro pneumatik.

Modul ini sangat berguna bagi peserta didik ketika nantinya mereka bekerja pada dunia industri di era modern seperti saat ini. Hal ini disebabkan karena proses produksi di industri banyak terjadi proses pemindahan benda atau bahan dari satu lokasi ke lokasi lain, atau proses menahan, membentuk atau mengepres produk. Di setiap lokasi semua penggerak mesin menggunakan. Pada era global saat ini semua kegiatan tersebut tidak lagi menggunakan tenaga manusia. Banyak yang menggunakan tenaga otomatisasi yang berbasis pada industri 4.0.

Modul ini disusun sebagai bentuk implementasi kurikulum 2013 yang menitikberatkan pada pengimplementasian pembelajaran SMK melalui kurikulum industri di luar negeri untuk

program studi Teknik Mekatronika. Kedudukan modul ini sebagai bahan pembelajaran pada mata pelajaran pneumatik dan elektro pneumatik terutama pada pokok bahasan *Limit Switch* sensor dipergunakan oleh peserta didik pada kelas XI semester 3.

Materi yang terkandung dalam modul ini memuat materi sensor pada mata pelajaran pneumatik dan elektro pneumatik, diantaranya dasar-dasar pneumatik, limit switch pada pneumatik, dasar-dasar elektropneumatik, limit switch dan sensor pada elektropneumatik, sensor proximity, dan diagram step perpindahan.

C. WAKTU

Jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menguasai kompetensi yang menjadi target belajar adalah 96 Jam Pembelajaran.

D. PRASYARAT

Pelajaran pneumatik dan elektro pneumatik kelas XI semester 1 merupakan pelajaran yang tergabung dalam pelajaran C3 pada paket keahlian Teknik Mekatronika. Untuk mempelajari ini pelajaran pendukungnya adalah pelajaran C1 yaitu Fisika dan Gambar Teknik, dan pelajaran C2 yaitu Teknik Listrik dan Teknik Elektronika.

E. PETUNJUK PENGGUNAAN

Buku pelajaran ini dapat digunakan siapa saja terutama siswa-siswa SMK Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa, terutama untuk program studi keahlian Teknik Mesin, Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik dan Teknik Elektronika, yang ingin mempelajari *Limit switch* sensor pada pneumatik dan elektro pneumatik. Khusus siswa SMK Paket Keahlian Mekatronika dan Paket keahlian Otomasi Industri, buku pelajaran ini dimaksudkan agar dapat memenuhi tuntutan profil kompetensi tamatan.

Buku teks modul pembelajaran ini berisi 6 kegiatan pembelajaran yaitu:

Kegiatan Belajar 1 : Dasar-Dasar Pneumatik

Kegiatan Belajar 2 : Katup Kerja Mekanik (*Limit Switch*)

Kegiatan Belajar 3 : Dasar-Dasar Elektro Pneumatik

Kegiatan Belajar 4 : Sakelar Pembatas (*Limit Switch*) dan Sensor

Kegiatan Belajar 5 : Sensor Proximity

Kegiatan Belajar 6 : Diagram Step Perpindahan (*Displacement Step Diagram*)

Langkah-Langkah yang harus dilakukan dalam mempelajari modul ini antara lain:

- a. Membaca dan mempelajari materi pembelajaran yang termuat dalam setiap kegiatan belajar dimulai secara urut dari Kegiatan belajar 1 sampai 6.
- b. Setiap kegiatan belajar berisi informasi teori, tugas dan tes formatif.
- c. Tugas- tugas merupakan kegiatan praktek. Informasi pelaksanaan praktek dapat dibaca di lembar kerja peserta didik.
- d. Tes formatif berisi pertanyaan-pertanyaan baik teori maupun hasil praktek.
- e. Mulailah mempelajari teori terlebih dahulu kemudian lakukan kegiatan praktikum.
- f. Belajarlah secara urut dari kegiatan 1 sampai kegiatan 6.
- g. Setiap tugas lakukan secara berkelompok, bagilah tugas dengan teman kelompokmu.
- h. Setelah selesai mengerjakan tugas buat laporan dan presentasikan ke teman-teman kelompok lain.
- i. Setiap melakukan kegiatan praktek ikuti petunjuk operasionalnya.

F. TUJUAN AKHIR

Setelah mempelajari seluruh kegiatan pada modul pembelajaran ini, siswa diharapkan mampu :

1. Memahami dasar-dasar pneumatik.
2. Memahami konsep dan aplikasi limit switch pada rangkaian pneumatik.
3. Memahami dasar-dasar elektro pneumatik.
4. Memahami konsep dan aplikasi sensor proximity pada rangkaian elektro pneumatik.
5. Merancang system lebih dari satu siinder dengan menggunakan rangkaian pneumatik, elektropneumatik, dan diagram step perpindahan.
6. Membuat diagram step perpindahan pada rangkaian pneumatik dan elektro pneumatik
7. Menggunakan diagram step perpindahan dalam menjelaskan fungsi logic dari rangkaian aplikasi.
8. Mendesain rangkaian dengan mengaplikasikan sensor pada suatu rangkaian pneumatik dan elektro pneumatik sesuai perintah kerja.
9. Merangkai rangkaian sensor pada aplikasi pneumatik dan elektropneumatik pada

alat peraga.

10. Mengoperasikan peralatan pneumatik dan elektro pneumatik dengan baik.
11. Melakukan tindakan pengamanan jika terjadi kegagalan sistem.

G. CEK PENGUASAAN STANDAR KOMPETENSI

Cek penguasaan standar kompetensi berisi daftar pertanyaan yang akan mengukur penguasaan awal kompetensi peserta didik, terhadap kompetensi yang akan dipelajari pada modul ini. Terdapat dua macam cara pengecekan penguasaan standar kompetensi dalam modul ini yaitu: soal pengukur kemampuan awal berisikan tentang soal pilihan ganda yang akan dijawab oleh peserta didik, dan yang kedua adalah pemetaan kemampuan peserta didik dengan pengecekan kompetensi mandiri, setelah peserta didik menjawab pertanyaan peserta didik mengukur kemampuannya dengan memberikan ceklist pada lembar pengecekan yang ada.

1. Soal Pengukur Kemampuan Awal

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar dengan jalan melingkari jawaban yang benar.

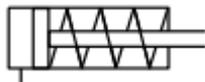
Dasar-dasar Pneumatik

1. Cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang sifat, gerakan dan tingkah laku udara adalah
 - a. Hidrolik
 - b. pneumatik
 - c. elektrik
 - d. mekanik
2. Pneumatik banyak digunakan dalam industri, bekerja dengan menggunakan media..
 - a. minyak
 - b. udara bertekanan
 - c. udara dan minyak
 - d. listrik
3. Satuan tekanan udara adalah
 - a. Amper

- b. volt
 - c. derajat Celcius
 - d. bar
4. Tekanan dari garis nol tekanan absolut sampai garis tekanan atmosfer disebut
- a. tekanan 1 bar
 - b. tekanan relative
 - c. tekanan ukur
 - d. tekanan vakum
5. Udara dalam tabung dimampatkan maka
- a. volumenya menjadi kecil dan tekanannya naik
 - b. volumenya menjadi besar dan tekanannya turun
 - c. volumenya menjadi kecil dan tekanannya turund
 - d. volumenya menjadi besar dan tekanannya naik

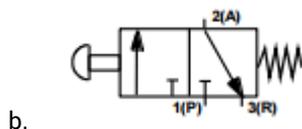
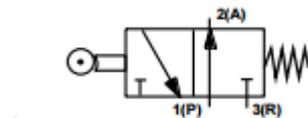
Komponen-komponen Pneumatik

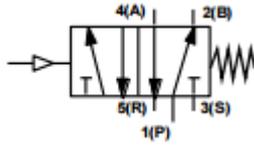
6. Perhatikan gambar dibawah ini:



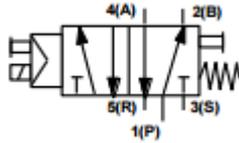
Simbol di atas adalah

- a. silinder kerja tunggal
 - b. silinder kerja ganda
 - c. silinder kerja ganda dengan bantalan udara
 - d. silinder putar
7. Simbol katup 3/2 dengan pengaktifan tombol tekan adalah





c.

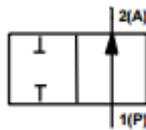


d.

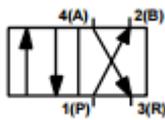
8. Untuk mempercepat laju silinder dipasang alat di dekat silinder yaitu

- a. katup pembuang cepat
- b. katup pengatur aliran
- c. katup kontrol arah
- d. katup pengatur tekanan

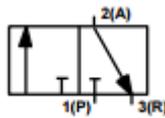
9. Simbol katup 5/2 adalah



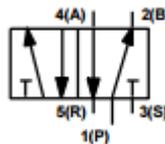
a.



b.

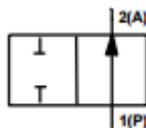


c.

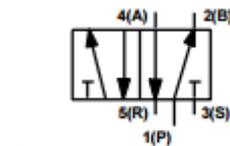
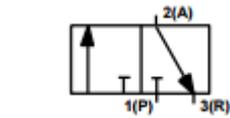
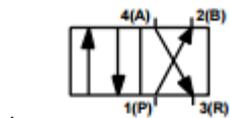


d.

10. Simbol katup 3/2 adalah



a.



1. Pengecekan kompetensi mandiri (*Assesment Self*)

a. Pengecekan kompetensi mandiri pada KD 1

<p>Judul Unit Kompetensi dasar</p>	<p>3.1 Memahami fisika dasar yang berkaitan dengan udara bertekanan. 4.1 Menggunakan hukum pascal, boyle-mariotte untuk memahami karakteristik udara</p>		
NO	Daftar Pertanyaan (Asesmen Mandiri/ <i>Self Assessment</i>)	Penilaian	
		K	BK
1	Apakah siswa dapat Memahami fisika dasar yang berkaitan dengan udara bertekanan?		
2	Apakah siswa dapat menjelaskan definisi satuan tekanan?		
3	Apakah siswa dapat menjelaskan definisi hukum boyle-mariotte?		

4.	Apakah siswa dapat melakukan percobaan hubungan antara tekanan dan volume tabung?		
5	Apakah siswa dapat menganalisis hasil pengamatan dan percobaan terkait dengan tekanan udara?		
6	Apakah siswa dapat mempresentasikan hubungan antara tekanan dan volume udara.?		
<i>Keterangan: K = Kompeten; BK=Belum Kompeten</i>			

b. Pengecekan kompetensi mandiri pada KD 2

Judul Unit Kompetensi dasar	3.2 Memahami proses penyediaan udara bertekanan yang kering dan bersih 4.2. Menyiapkan komponen-komponen untuk mendapatkan udara yang kering dan bersih serta melakukan pengaturan udara bertekanan untuk mendapatkan tekanan yang sesuai.		
NO	Daftar Pertanyaan (Asesmen Mandiri/ <i>Self Assessment</i>)	Penilaian	
		K	BK
1	Apakah siswa dapat menganalisis hasil pengamatan dan percobaan terkait dengan tekanan udara		
2	Apakah siswa dapat Mengatur pengatur tekanan untuk mendapatkan tekanan 6 bar.		
3	Apakah siswa dapat Membuang air pada unit pelayanan udara dan tangki kompresor		

4.	Apakah siswa dapat Menyimpulkan tekanan sistem pneumatik 6 bar dan udara harus kering		
5	Mempresentasikan cara mendapatkan udara bertekanan yang kering dan bersih		
<i>Keterangan: K = Kompeten; BK=Belum Kompeten</i>			

c. Pengecekan kompetensi mandiri pada KD 3

Judul Unit Kompetensi dasar	3.3 Menjelaskan macam-macam komponen pneumatik dan cara kerjanya yang digunakan untuk mengoperasikan suatu mesin 4.3. Menunjukkan komponen-komponen pada rangkaian pneumatik dengan melihat simbolnya		
NO	Daftar Pertanyaan (Asesmen Mandiri/ <i>Self Assessment</i>)	Penilaian	
		K	BK
1	Apakah siswa dapat menyebutkan nama komponen pneumatik dengan melihat simbolnya		
2	Apakah siswa dapat Menjelaskan macam-macam fungsi komponen pneumatik		
3	Apakah siswa dapat Mencoba fungsi komponen pneumatik dengan memberi udara bertekanan.		

4.	Apakah siswa dapat Menyimpulkan komponen-komponen yang masih berfungsi dan yang sudah rusak		
5	Apakah siswa dapat Mempresentasikan komponen pneumatik dan cara kerjanya		
<i>Keterangan: K = Kompeten; BK=Belum Kompeten</i>			

d. Pengecekan kompetensi mandiri pada KD 4

Judul Unit Kompetensi dasar	3.4 Membaca simbol-simbol komponen pneumatik yang terdapat pada suatu rangkaian pneumatik. 4.4 Menggambar rangkaian sistem pneumatik satu silinder dengan menggunakan komponen-komponen pneumatik.		
NO	Daftar Pertanyaan (Asesmen Mandiri/ <i>Self Assessment</i>)	Penilaian	
		K	BK
1	Apakah siswa dapat Menggambar rangkaian pneumatik lengkap dengan penomorannya		
2	Apakah siswa dapat Menyimpulkan hasil penggambaran rangkaian pneumatik.		
3	Apakah siswa dapat Mempresentasikan gambar rangkaian pneumatik yang lengkap dengan penomorannya.		
<i>Keterangan: K = Kompeten; BK=Belum Kompeten</i>			

BAB II PEMBELAJARAN

KEGIATAN BELAJAR 1 : DASAR-DASAR PNEUMATIK

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Memahami pengertian dan dasar-dasar pneumatik.
2. Memahami penggunaan dan aplikasi pneumatik
3. Memahami kelebihan dan kekurangan penggunaan pneumatik
4. Memahami komponen-komponen pneumatik yang meliputi:
 - a. memahami silinder kerja tunggal,
 - b. memahami silinder kerja ganda,
5. memahami prinsip kerja katup kontrol arah,
6. Menjelaskan rangkaian langsung dan tidak langsung rangkaian pneumatik.
7. Merangkai dan menjalankan rangkaian langsung dan tidak langsung silinder

B. MATERI PEMBELAJARAN

1. Pengantar

Pada dunia industri akan kita jumpai benda atau bahan yang akan dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lain. Proses pemindahan benda tersebut menggunakan mesin dengan media listrik. Gerakan putar dapat diberikan oleh motor sederhana, dan gerakan linear dapat diperoleh dari gerakan putaran melalui perangkat seperti screw jacks atau rack dan pinions. Jika diperlukan gerakan pendek linear maka dipergunakan sebuah solenoid. Solenoid dapat menghasilkan gerakan linier tetapi dengan gaya yang terbatas.

Selain media listrik, gerakan putar atau linear dapat juga dihasilkan dengan menggunakan media fluida baik cairan maupun gas untuk memindahkan benda dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Sistem berbasis fluida yang menggunakan cairan sebagai media disebut sistem hidrolik. Sistem berbasis gas disebut sistem pneumatik. Gas dasar yang digunakan adalah udara yang dimampatkan. Dalam bab ini yang akan dibahas adalah sistem pneumatik. Sebelum membahas pneumatik lebih lanjut, perhatikan tabung/tangki udara yang banyak dijumpai di pinggir jalan yang digunakan oleh tukang ban untuk memompa ban sepeda motor atau ban mobil. Tangki diisi udara oleh kompresor yang digerakkan oleh motor listrik atau motor bakar. Di tangki terdapat alat ukur yang menunjuk ke angka tertentu (misal 8 bar).

2. Pengertian Pneumatik

Pengertian pneumatik dijelaskan menurut pengertian bahasa, ilmu pengetahuan dan otomasi industri. Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Perkataan pneumatik berasal bahasa Yunani “pneuma” yang berarti “napas” atau “udara”. Jadi pneumatik berarti terisi udara atau digerakkan oleh udara bertekanan. Pneumatik merupakan cabang teori aliran atau mekanika fluida dan tidak hanya meliputi penelitian aliran-aliran udara melalui suatu sistem saluran, yang terdiri atas pipa-pipa, selang-selang, gawai dan sebagainya, tetapi juga aksi dan penggunaan udara bertekanan.

Pneumatik menggunakan hukum-hukum aeromekanika, yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap (khususnya udara atmosfer) dengan adanya gaya-gaya luar (aerostatika) dan teori aliran (aerodinamika). Pneumatik dalam pelaksanaan teknik udara bertekanan dalam industri merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses mekanik dimana udara memindahkan suatu gaya atau gerakan. Jadi pneumatik meliputi semua komponen mesin atau peralatan, dalam mana terjadi proses-proses pneumatik. Dalam bidang kejuruan teknik pneumatik dalam pengertian yang lebih sempit lagi adalah teknik udara bertekanan (udara bertekanan).

3. Aplikasi Pneumatik

Komponen pneumatik beroperasi pada tekanan 8 s.d. 10 bar, tetapi dalam praktik dianjurkan beroperasi pada tekanan 5 s.d. 6 bar untuk penggunaan yang ekonomis. Dalam bidang industry pneumatik banyak sekali digunakan karena pneumatik merupakan salah satu system yang mempunyai ketersediaan tenaga yang tidak pernah habis yaitu udara. Beberapa bidang aplikasi di industri yang menggunakan media pneumatik dalam hal penanganan material adalah sebagai berikut :

- a. Pencekaman benda kerja
- b. Penggeseran benda kerja
- c. Pengaturan posisi benda kerja
- d. Pengaturan arah benda kerja

Penerapan pneumatik secara umum :

- a. Pengemasan (packaging)
- b. Pemakanan (feeding)
- c. Pengukuran (metering)

- d. Pengaturan buka dan tutup (door or chute control)
- e. Pemindahan material (transfer of materials)
- f. Pemutaran dan pembalikan benda kerja (turning and inverting of parts)
- g. Pemilahan bahan (sorting of parts)
- h. Penyusunan benda kerja (stacking of components)
- i. Pencetakan benda kerja (stamping and embosing of components)

4. Keunggulan dan Kekurangan Pneumatik

Keunggulan dari udara bertekanan :

- a. Ketersediaan

Udara praktis terdapat dimana-mana dalam jumlah yang tidak terbatas.

- b. Transportasi

Udara yang sangat mudah dapat ditransportasikan melalui pipa saluran sampai jarak yang sangat jauh.

- c. Penyimpanan

Udara bertekanan dari kompresor dapat disimpan dalam tabung untuk digunakan, sehingga kompresor tidak perlu hidup terus menerus.

- d. Temperatur

Udara bertekanan relatif tidak peka terhadap perubahan temperatur. Hal ini menjamin pengoperasian yang handal, bahkan dalam kondisi yang ekstrim sekalipun.

- e. Tahan Ledakan

Udara bertekanan tidak mengandung resiko terbakar atau meledak.

- f. Bersih

Udara bertekanan tanpa pelumasan adalah bersih dan tidak menyebabkan pencemaran lingkungan.

- g. Konstruksi

Elemen kerja mempunyai konstruksi komponen yang sederhana, dengan demikian harganya murah.

Kecepatan

Udara bertekanan merupakan media kerja yang cepat. Kecepatan yang tinggi dapat tercapai.

h. Pengaturan

Dengan menggunakan komponen-komponen udara bertekanan, kecepatan dan gaya dapat diatur.

i. Beban Berlebih

Perkakas dan elemen kerja pneumatik akan tetap aman terhadap beban berlebih yang diberikan. Peralatan akan berhenti tanpa ada kerusakan.

Agar dapat lebih cermat menentukan cakupan dari aplikasi pneumatic, tentu harus pula diketahui kekurangan-kekurangannya :

a. Pengadaan

Udara bertekanan harus dipersiapkan dengan baik untuk mencegah timbulnya resiko keausan komponen pneumatik yang terlalu cepat karena partikel debu dan kondensasi.

b. Mampu dimampatkan

Udara bertekanan dapat dimampatkan, sehingga tidak mungkin diperoleh kecepatan piston yang teratur dan konstan.

c. Gaya

Udara bertekanan hanya efisien sampai kebutuha gaya tertentu. Pada tekanan kerja normal antara 6 sampai 7 bar (600-700 kPa) dan kondisi lintasan dan kecepatan tertentu, maka gaya berkisar antara 20.000-30.000 newton.

d. Gangguan Suara

Udara buangan menimbulkan suara yang sangat bising. Tetapi masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan peredam suara.

5. Komponen Pneumatik

a. Silinder (Aktuator)

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. :

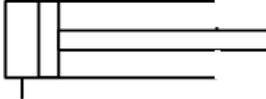
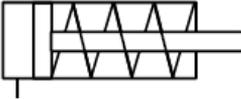
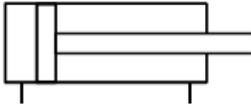
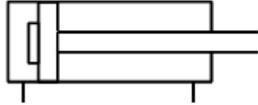
1) Gerakan lurus (gerakan linear) :

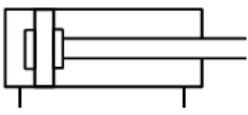
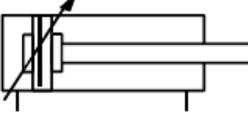
- a) Silinder kerja tunggal.
- b) Silinder kerja ganda.

- 2) Gerakan putar :
 - a) Motor udara
 - b) Aktuator yang berputar (ayun)

Simbol-simbol actuator dalam pneumatik

Tabel 1.1. Simbol-simbol actuator dalam pneumatik

Nama Komponen	Keterangan	Simbol
Silinder Kerja Tunggal	<ul style="list-style-type: none"> • Silinder dengan tekanan hanya bekerja ke satu arah saja. (langkah maju): • Langkah kembali oleh gaya dari luar. 	
Silinder kerja tunggal	<ul style="list-style-type: none"> • Langkah kembali oleh pegas 	
Silinder Kerja Ganda	<ul style="list-style-type: none"> • Silinder dengan tekanan dapat bekerja ke dua arah (langkah maju dan mundur) • Dengan batang piston tunggal 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Dengan batang piston ganda 	
Silinder Kerja Ganda dengan Bantalan Udara	<ul style="list-style-type: none"> • Dengan bantalan udara tetap dalam satu arah. 	

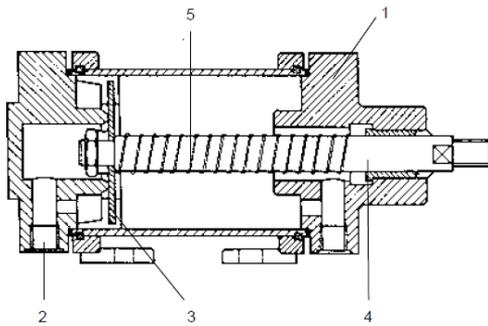
	<ul style="list-style-type: none"> Dengan bantalan udara tetap dalam dua arah. 	
	<ul style="list-style-type: none"> Dengan bantalan udara yang dapat diatur dalam satu arah saja. 	
	<ul style="list-style-type: none"> Dengan bantalan udara yang dapat diatur dalam dua arah. 	
	<ul style="list-style-type: none"> Dengan bantalan udara yang dapat diatur dalam dua arah dan piston dengan magnet dengan penyesensor 	

1) Silinder Kerja Tunggal

a) Konstruksi

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

**Keterangan**

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

Gambar 1.1. Konstruksi Silinder Kerja Tunggal

b) 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 di dalam 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.

c) Kegunaan

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

- menjepit benda kerjapemotongan
- pengeluaran
- pengepresan
- pemberian dan pengangkatan.

d) Macam-Macam Silinder Kerja Tunggal

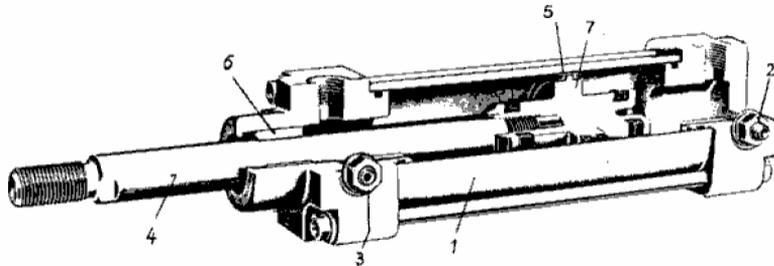
Ada bermacam-macam perencanaan silinder kerja tunggal termasuk :

- Silinder membran (diafragma)
- Silinder membran dengan rol

2) Silinder Ganda

a) Konstruksi

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



Keterangan :

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

Gambar 1.2. Konstruksi Silinder Kerja Ganda

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.

b) 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.

3) Pemasangan Silinder

Jenis pemasangan silinder ditentukan oleh cara gerakannya 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 :

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

4) Kegunaan Silinder

Silinder pneumatik telah dikembangkan pada arah berikut :

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

b. 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.

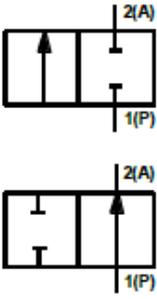
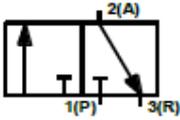
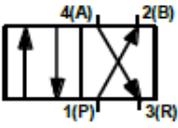
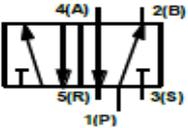
1) Simbol Katup Kontrol Arah (KKA) dalam Pneumatik

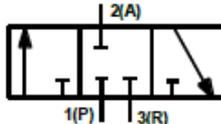
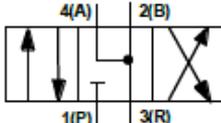
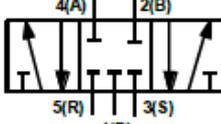
Simbol-simbol dalam pneumatik untuk menggambarkan Katup Kontrol Arah adalah sebagai berikut:

Simbol-simbol yang digunakan dalam sistem pneumatik berdasarkan standart DIN/ISO 1219.

a). Katup Kontrol Arah

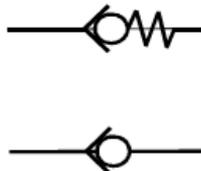
Tabel 1.2. Simbol-simbol Katup Kontrol Arah (KKA) dalam pneumatik

Nama Komponen	Keterangan	Simbol
Katup 2/2	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai 2 lubang (masukan dan keluaran) dan 2 posisi hubungan katup Lubang keluaran tertutup. Pada posisi normal tertutup, tidak aliran yang keluar (konfigurasi NC), Pada posisi normal terbuka, ada aliran keluar (konfigurasi NO), 	
Katup 3/2	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai 3 lubang (masukan, keluaran dan pembuangan) dan 2 posisi hubungan katup Pada posisi normal, tidak ada aliran udara yang keluar (konfigurasi NC). Pada posisi normal, ada aliran udara yang keluar (konfigurasi NO). 	
Katup 4/2	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai 4 lubang (masukan , keluaran dan 1 pembuangan) dan 2 posisi hubungan katup . 	
Katup 5/2	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai 5 lubang. (masukan , keluaran dan 2 pembuangan) dan 2 posisi hubungan katup. 	

<p>Katup 3/3</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai 3 lubang (masukan, keluaran dan pembuangan) dan 3 posisi hubungan katup. Pada posisi normal (tengah) tertutup 	
<p>Katup 4/3</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai 4 lubang (masukan, keluaran dan pembuangan) dan 3 posisi hubungan katup Pada posisi normal (tengah) lubang keluaran sambung dengan pembuangan. 	
<p>Katup 5/3</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai 5 lubang (masukan, keluaran dan pembuangan) dan 3 posisi hubungan katup Pada posisi normal (tengah) tertutup 	

b). Katup-katup lainnya

Tabel 1.3. Simbol-simbol Katup lain dalam pneumatik

Nama Komponen	Keterangan	Simbol
<p>Katup cek</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tanpa pegas. Lubang keluaran terbuka jika tekanan masukan lebih besar daripada tekanan keluaran Dengan pegas. Terbuka jika tekanan masukan lebih besar daripada tekanan keluaran (termasuk gaya pegas). 	

Katup fungsi “ATAU” (Shuttle Valve)	Lubang keluaran akan bertekanan, bila salah satu atau kedua lubang masukan bertekanan.	
Katup pembuang cepat (Quick Exhaust Valve)	Bila lubang masukan disuplai oleh udara bertekanan, lubang keluaran akan membuang udara secara langsung ke atmosfer.	
Katup fungsi “DAN” (Twopressure Valve)	Lubang keluaran hanya akan bertekanan bila udara bertekanan disuplai ke kedua lubang masukan.	
Katup kontrol aliran (Flow Control Valve)	Aliran udara keluar dapat diatur, dengan memutar pengaturnya	
Katup kontrol aliran satu arah (Oneway Flow Control Valve)	Katup kontrol aliran satu arah (Oneway Flow Control Valve)	

c) 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 :

Tabel 1.4. Penomoran Katup dalam Pneumatik

Lubang/Sambungan	DIN ISO 5599	LSistem 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)

d) Cara Membaca Simbol katup pneumatik

Cara membaca simbol katup pneumatik sebagai berikut :

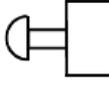
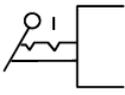
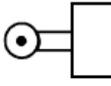
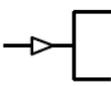
Tabel 1.5. Pembacaan Simbol Katup Pneumatik

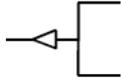
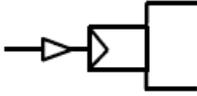
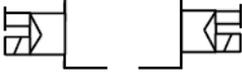
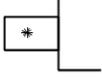
Simbol	Pembacaan
	Kotak menunjukkan posisi pensakelaran katup
	Jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi pensakelaran katup Contoh : <ul style="list-style-type: none"> • jumlah kotak 2 menunjukkan hanya 2 kemungkinan pensakelaran misal: posisi ON dan posisi OFF. • jumlah kotak 3 menunjukkan 3 kemungkinan 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

e) Metode Pengaktifan

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

Tabel 1.6. Pembacaan Simbol Katup Pneumatik

Nama Komponen	Keterangan	Simbol
Kerja manual	Umum	
	Tombol tekan	
	Tuas	
	Pedal kaki	
	Tuas (putar) dengan pengunci (tidak reset otomatis)	
Kerja mekanik	Plunjer	
	Pegas	
	Rol	
	Rol, idle(kerja hanya ke satu arah saja)	
Kerja pneumatik	Kerja langsung oleh tekanan kerja	

	Tekanan kembali (pressure relief)	
	Tidak langsung melalui katup pilot	
Kerja listrik	Solenoid tunggal	
	Solenoid ganda	
Kombinasi	Solenoid ganda dan kerja pilot dengan tambahan manual	
	Simbol umum * Tanda ini menunjukkan keterangan pengaktifan katup tersebut.	

2) 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

Penjelasan:

a) 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.

b) Katup Geser

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

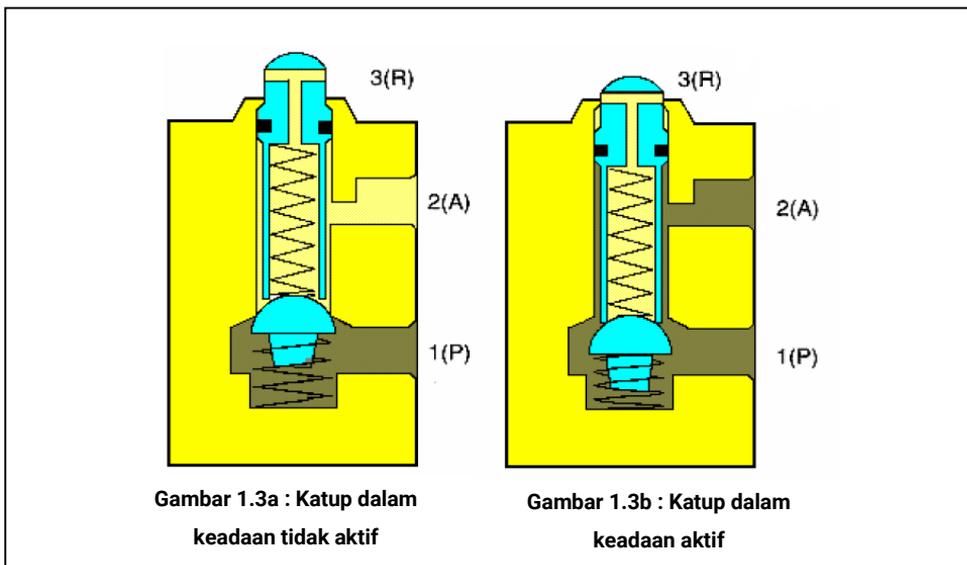
3) Jenis Katup KKA

a) 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.

1)) Katup 3/2 N/C , Bola Duduk

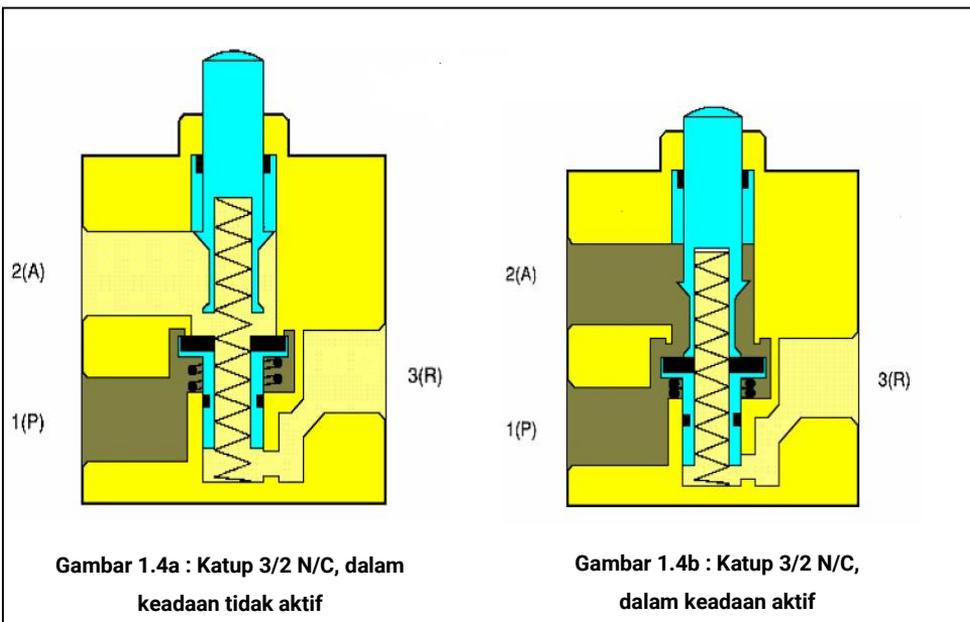


Hubungan posisi awal katup adalah lubang keluaran sinyal 2(A) terhubung dengan lubang pembuangan 3 (R). Gaya pegas mengembalikan sebuah bola pada kedudukan katup

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.

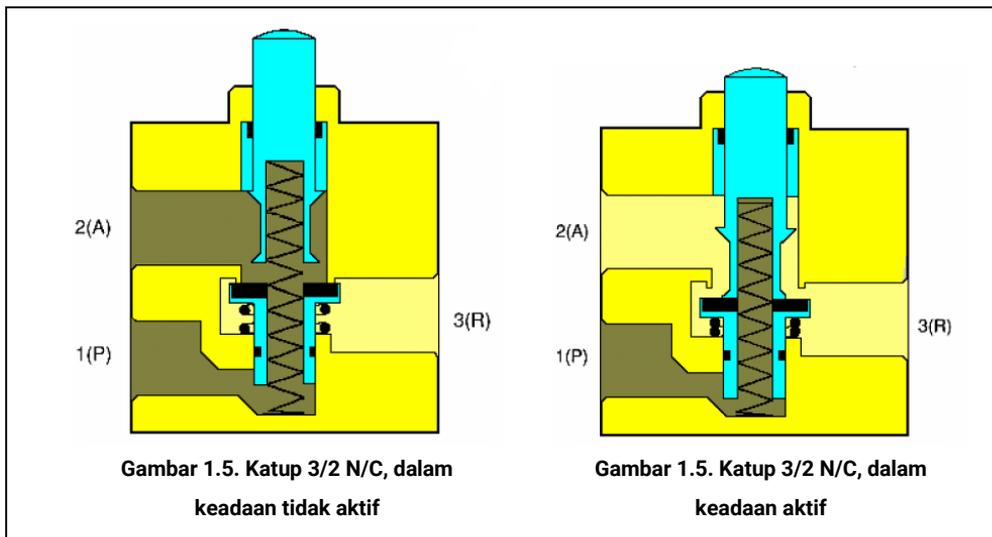
2)) Katup 3/2 N/C , Dudukan Piring



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)

3)) Katup 3/2 N/O, Dudukan Piring



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).

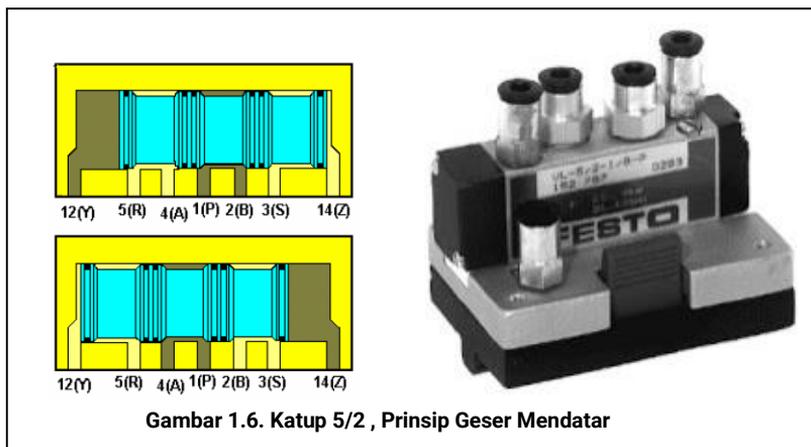
Katup bisa diaktifkan secara manual, mekanik, listrik dan pneumatik. Perbedaan metode pengaktifan bisa diterapkan pada kebutuhan yang sesuai dengan aplikasi itu sendiri.

b) 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, elektrik 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 :



Metode lain dari seal adalah menggunakan sebuah dudukan piring penutup dengan gerakan memutus-menghubung relatif kecil. Dudukan piringan seal menyambung saluran masukan 1(P) 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.

4) Pemasangan Katup

a) 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.

b) 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.

5. Kontrol Langsung dan tidak langsung Silinder

Dalam pengontrolan silinder baik silinder kerja tunggal maupun silinder kerja ganda kita mengenal dua jenis kontrol. Kontrol langsung dan kontrol tidak langsung. Penggunaan jenis kontrol ini tergantung darikegunaan dan aplikasinya, untuk memperjelas perbedaannya kita bahas satu persatu:

a. Kontrol Langsung

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

- 1) volume silinder tidak besar,
- 2) 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.

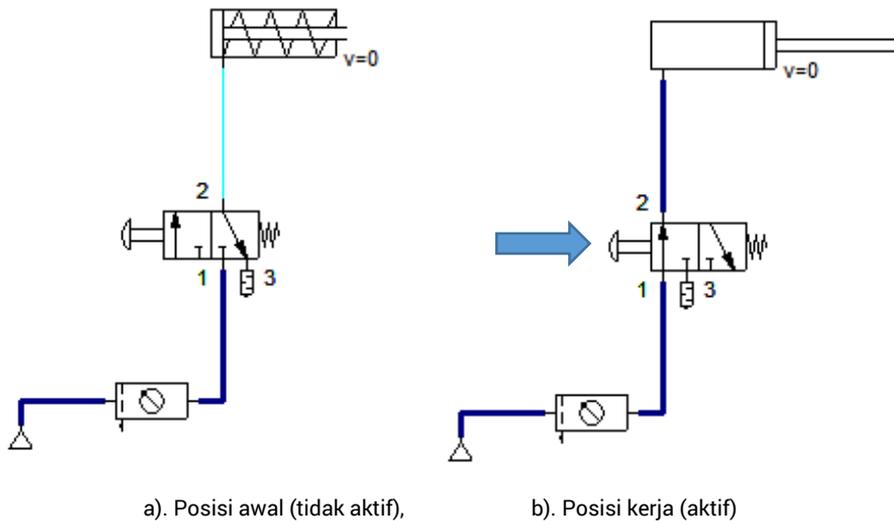
1) Kontrol Langsung Silinder Kerja Tunggal

a). Permasalahan

Kontrol langsung silinder kerja tunggal dipergunakan untuk menggerakkan silinder kerja tunggal maju mundur sesuai dengan perintah tombol tekan. Batang piston silinder kerja tunggal bergerak keluar saat silinder menerima udara bertekanan. Jika udara bertekanan dihilangkan, secara otomatis piston kembali lagi ke posisi awal. Untuk memecahkan masalah tersebut dipergunakan sebuah katup yang 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.

b). 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 1.7. Kontrol langsung silinder kerja tunggal

Penjelasan:

- 1)) Posisi Awal Posisi awal (gambar 1.7 a) 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.
- 2)). Tombol ditekan Menekan tombol tekan berarti memindahkan posisi katup 3/2, melawan pegas katup. Diagram (gambar 1.7 b) 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.
- 3)). 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 lau 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)). 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.

c) Komponen Yang diperlukan:

- Unit Pelayanan Udara / Air Service Unit . Masukan berasal dari kompresor dan keluarannya dihubungkan ke katup 3/2
- Silinder kerja tunggal mempunyai satu lubang masukan udara dan satu lubang pembuangan atau lubang ventilasi serta pegas untuk gerakan kembali.
- Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi kontak, tombol tekan untuk mengaktifkan dan pegas untuk kembali.
- Selang plastik berfungsi sebagai sambungan udara bertekanan antara catu daya dan katup 3/2, antara katup 3/2 dan silinder.

2) Kontrol Langsung Silinder Kerja Ganda

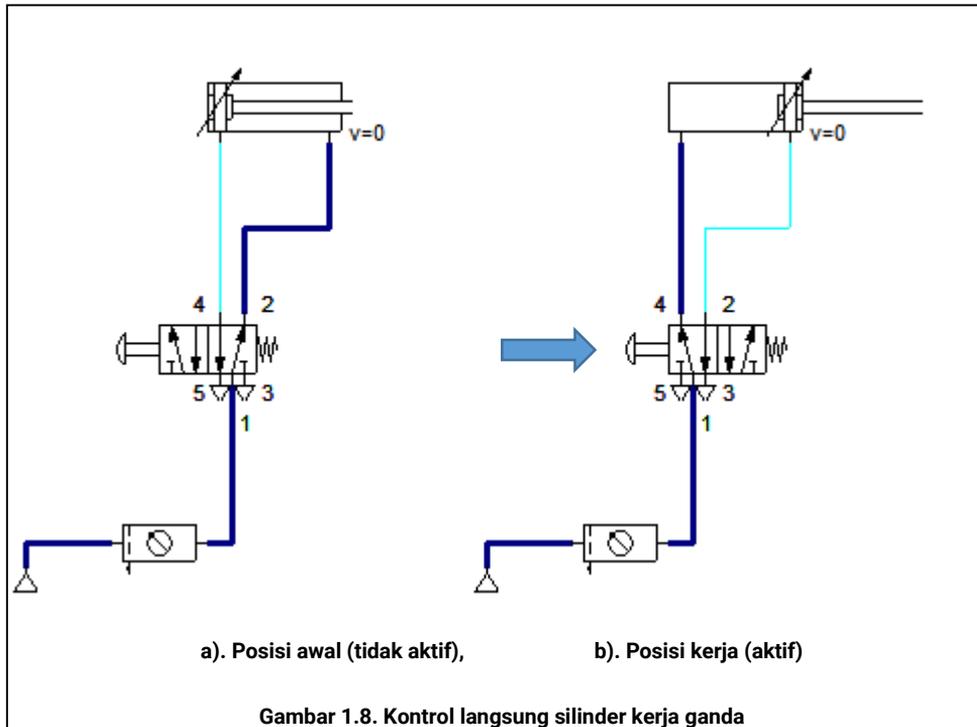
a) Permasalahan

Kontrol langsung silinder kerja ganda dipergunakan untuk menggerakkan silinder kerja ganda maju mundur sesuai dengan perintah tombol tekan. 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.

Untuk memecahkan masalah tersebut dipergunakan sebuah katup untuk membangkitkan sebuah sinyal dan membatalkan sinyal yang lain ketika tombol dilepas. Katup 5/2 digunakan karena katup tersebut merupakan katup pembangkit sinyal dengan 2 lubang sinyal keluaran. Katup ini cocok untuk mengendalikan sebuah silinder kerja ganda.

b) Prinsip Kerja Rangkaian Silinder Kerja Ganda

Katup kontrol arah 5/2 mempunyai 5 lubang: 1 lubang masukan, 2 lubang keluaran dan 2 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.



Penjelasan:

- 1)) Posisi Awal Posisi awal (gambar 1.8a) 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.
- 2)) Tombol ditekan Menekan tombol berarti memindahkan posisi katup 4/2 melawan gaya pegas pengembali. Diagram rangkaian (gambar 1.8b) 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.
- 3)) 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. 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.

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.

c) Komponen Yang diperlukan:

- Unit Pelayanan Udara / Air Service Unit . Masukan berasal dari kompresor dan keluarannya dihubungkan ke katup 5/2
- Silinder kerja ganda dengan 2 lubang masukan.
- Katup kontrol arah 5/2 mempunyai 5 lubang: 1 lubang masukan, 2 lubang keluaran dan 2 lubang pembuangan, tombol tekan untuk mengaktifkan dan pegas untuk kembali.
- Selang plastik berfungsi sebagai sambungan udara bertekanan antara catu daya dan katup 5/2, antara katup 5/2 dan silinder.
- Unit Pelayanan Udara / Air Service Unit . Masukan berasal dari kompresor dan keluarannya dihubungkan ke katup 3/2.
- Sambungan udara bertekanan (pipa/slang plastik) antara catu daya dan katup 3/2 , antara katup 3/2 dan silinder.

b. Kontrol Tidak Langsung Silinder

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 arah 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 arah yang besar.

1) Kontrol Tidak Langsung Silinder Kerja Tunggal

a) Permasalahan

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

b) Pemecahan

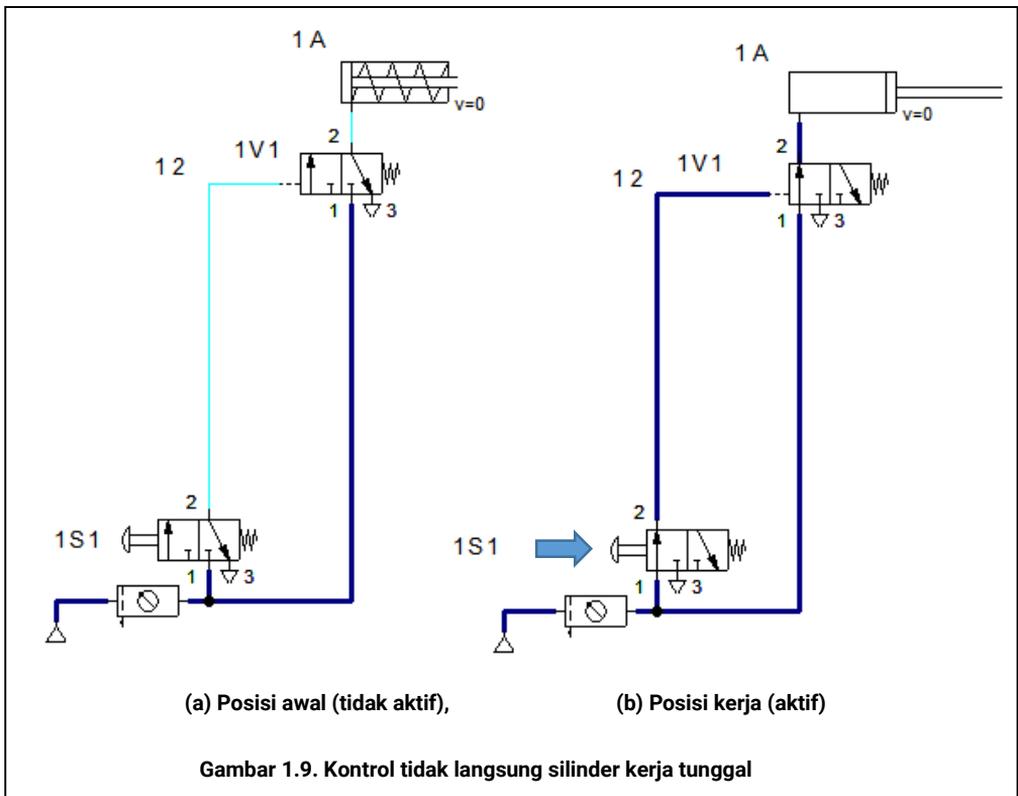
Untuk memecahkan masalah tersebut, diperlukan rangkaian kontrol dengan komponen-komponen sebagai berikut :

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

c) Prinsip Kerja Rangkaian

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.

Gambaran rangkaian sebagai berikut:



Penjelasan:

1)) Posisi Awal

Pada posisi awal, batang piston silinder kerja tunggal 1A berada didalam. KKA 1V1 tidak aktif karena posisi pegas pengembali dan lubang 2 membuang udara ke atmosfer bebas.

2)) Tombol ditekan Katup tombol 3/2 (KKA 1S1) membuka aliran udara dari lubang 1 ke 2, dan sinyal yang dibangkitkannya dialirkan ke lubang kontrol 12 KKA 1V1. KKA 1V1 berpindah posisi dan mengalir udara dari lubang 1 ke 2 terus ke silinder kerja tunggal sehingga menyebabkan silinder kerja tunggal bergerak keluar. Sinyal pengaktifan pada lubang 12 tetap ada selama tombol masih ditekan dan sinyal akan hilang bila tombol dilepas.

3)) Tombol dilepas Pegas pengembali katup tombol 1S1 mengembalikan posisi katup ke posisi semula, sehingga suplai udara ke 12 katup 1V1 terputus. Akibatnya sisa udara dari lubang 12 katup 1V1 terbangun keluar lewat lubang 2 katup 1S1. Hal ini membuat katup 1V1 kembali ke posisi awal karena pegas kembali dan aliran ke silinder kerja tunggal terblokir. Pegas silinder kerja tunggal mendorong silinder kembali ke posisi awal

2) Kontrol Tidak Langsung Silinder Kerja Ganda

a) Permasalahan

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

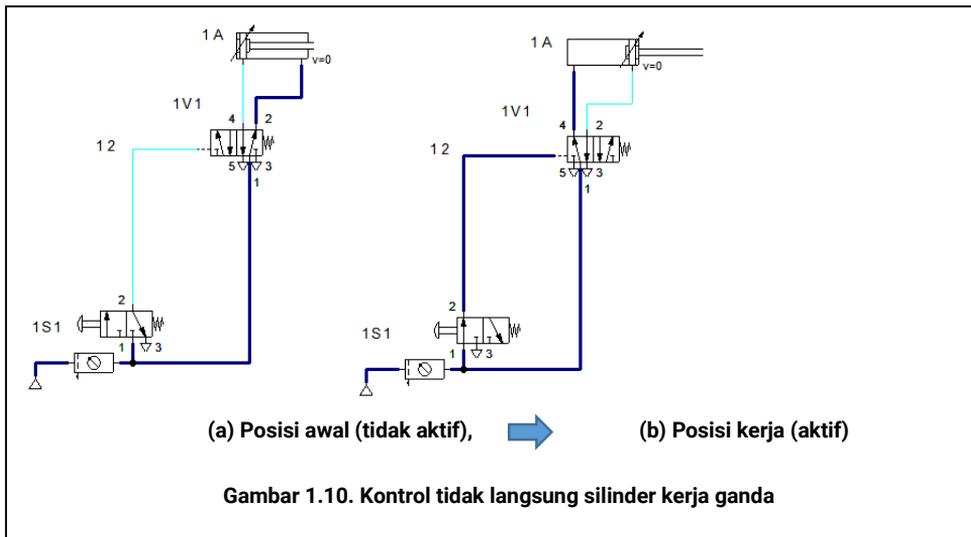
b) Pemecahan

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

- Silinder kerja ganda
- Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi kontak, tombol tekan untuk mengaktifkan dan pegas untuk kembali.
- Katup kontrol arah 5/2 mempunyai 5 lubang utama dan 2 posisi kontak, 1 lubang kontrol untuk mengaktifkan dan pegas pengembali.
- Unit Pelayanan Udara / Air Service Unit . Masukan berasal dari kompresor dan keluarannya dihubungkan ke katup 5/2 dan 3/2.
- Sambungan udara bertekanan (pipa/slang plastik) antara catu daya dan katup 3/2 , antara katup 5/2 dan silinder

c) Prinsip Kerja Rangkaian

Katup kontrol arah 5/2 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.



Penjelasan:

1)) Posisi Awal

Pada posisi awal, batang piston silinder kerja tunggal 1A berada didalam. KKA 1V1 tidak aktif karena posisi pegas pengembali dan lubang 2 membuang udara ke atmosfer bebas.

2)) Tombol ditekan Katup tombol 3/2 (KKA 1S1) membuka aliran udara dari lubang 1 ke 2, dan sinyal yang dibangkitkannya dialirkan ke lubang control 12 KKA 1V1. KKA 1V1 berpindah posisi dan mengalir udara dari lubang 1 ke 4 terus ke silinder kerja ganda sehingga menyebabkan silinder kerja tunggal bergerak keluar. Sinyal pengaktifan pada lubang 12 tetap ada selama tombol masih ditekan dan sinyal akan hilang bila tombol dilepas.

3)) Tombol dilepas Pegas pengembali katup tombol 1S1 mengembalikan posisi katup ke posisi semula, sehingga suplai udara ke 12 katup 1V1 terputus. Akibatnya sisa udara dari lubang 12 katup 1V1 terbuang keluar lewat lubang 2 katup 1S1. Hal ini membuat katup 1V1 kembali ke posisi awal karena pegas kembali dan aliran ke silinder kerja tunggal terblokir. Pegas silinder kerja tunggal mendorong silinder kembali ke posisi awal

C. RANGKUMAN

Sistem pneumatik diterapkan dalam dunia industri menggunakan aktuator udara (silinder linier, putar, motor pneumatik) dan perangkat kendali yang dibutuhkan. Aktuator dipergunakan untuk menggerakkan mesin. Perangkat kendalinya berupa katup kontrol arah, katup logika, katup satu arah dan katup kombinasi. Katup kontrol aliran satu arah dipergunakan untuk memperlambat gerakan silinder, sedangkan untuk mempercepat gerakan silinder dipergunakan katup buang cepat.

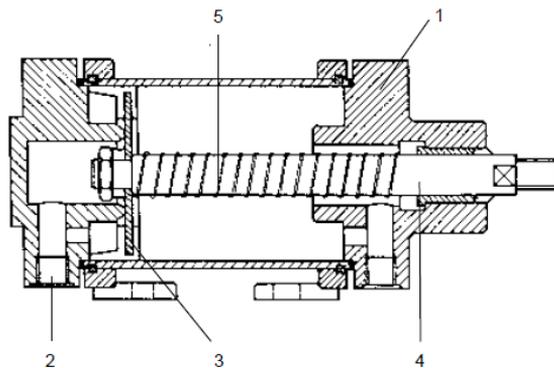
Simbol-simbol pneumatik diperlukan untuk mengenali jenis komponen pneumatik.

- Aktuator terdiri dari aktuator linier seperti silinder kerja tunggal, silinder kerja ganda, silinder tanpa batang (rodless cylinder) dan aktuator putar terdiri dari motor putar, aktuator berayun.
- Katup kontrol arah (KKA) mempunyai jenis-jenis seperti katup 3/2, 4/2, 5/2 katup 5/3.

Rangkaian tidak langsung pada pneumatik digunakan untuk menggerakkan silinder yang keluar dan masuk dengan cepat atau silinder dengan diameter piston besar yang memerlukan jumlah udara yang banyak. Hal ini dikarenakan untuk pengontrolannya harus dipasang sebuah katup kontrol arah dengan ukuran yang besar.

D. TEST FORMATIF

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



Jawab:

1.
2.
3.

4.

5.

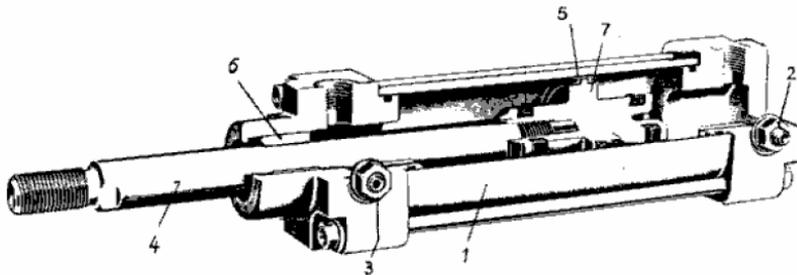
2. Di mana silinder kerja tunggal digunakan?

.....
.....

3. Jelaskan prinsip kerja silinder kerja tunggal!

.....
.....

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



1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

5. Bagaimana silinder dapat bergerak maju dan mundur ?

.....
.....

6. Apa yang dimaksud dengan katup kontrol aliran?

.....
.....

7. Sebutkan dan jelaskan macam-macam katup tekanan!

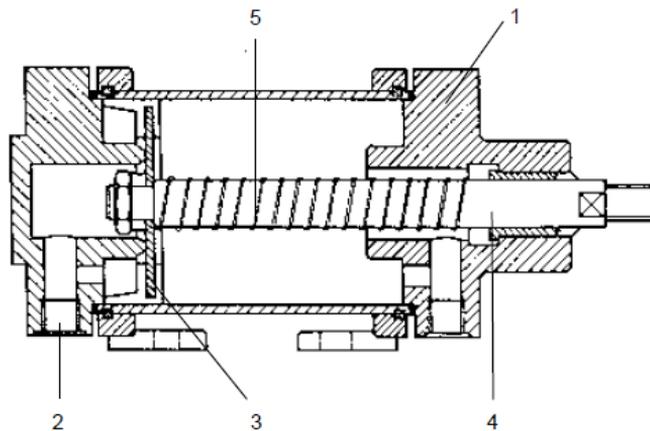
.....
.....

8. Jelaskan pengertian katup 3/2!

.....
.....

E. KUNCI JAWABAN

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



- 1. Rumah silinder
- 2. Lubang masuk udara bertekanan
- 3. Piston
- 4. Batang piston
- 5. Pegaspengembali

2. Di mana silinder kerja tunggal digunakan?

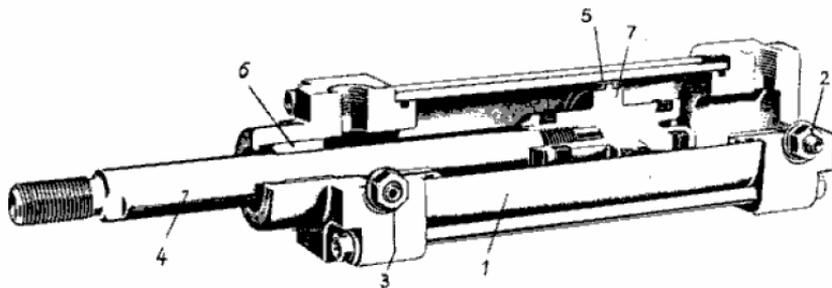
Silinder kerja tunggal digunakan pada mesin pengepresan, penjepit benda kerja dsb.

3. Jelaskan prinsip kerja silinder kerja tunggal!

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.

Jawab:

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



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

5. Bagaimana silinder dapat bergerak maju dan mundur ?

Bila pada saluran masuk (lubang 2) dialiri udara bertekanan dan pada saluran keluar (lubang 3) terhubung ke atmosfer, maka silinder akan maju. Aliran dimatikan , posisi batang silinder tetap di luar. Bila aliran masuk

dari lubang keluaran (lubang 3) dan lubang masuk (lubang 2) terhubung ke atmosfer, maka batang silinder kembali masuk ke dalam rumah silinder. Bila lubang 2 tersumbat, batang silinder tidak dapat masuk ke dalam rumah silinder.

6. Apa yang dimaksud dengan katup kontrol arah?

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

7. Sebutkan dan jelaskan 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 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.

- Katup pembatas tekanan (Pressure Limiting Valve)

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.

- Katup sakelar tekanan (Sequence Valve)

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

8. Jelaskan pengertian katup 3/2!

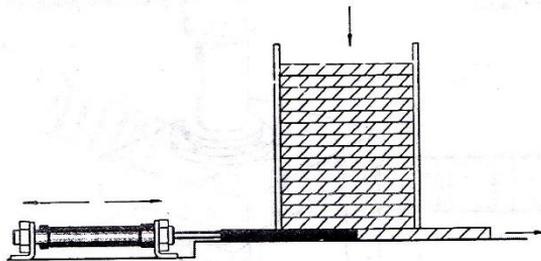
Katup 3/2 adalah katup yang membangkitkan sinyal dengan sifat bahwa sebuah sinyal keluaran dapat dibangkitkan juga dapat dibatalkan/diputuskan. Katup 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi.

F. TUGAS

TUGAS 1

Permasalahan

Sebuah alat penyortir seperti gambar di bawah ini, benda ditransfer storage ke ban berjalan. Batang piston silinder akan keluar mendorong benda ke ban berjalan lain, jika switch tombol pneumatik ditekan. Tombol dilepas, batang piston kembali ke posisi semula.



Tugas :

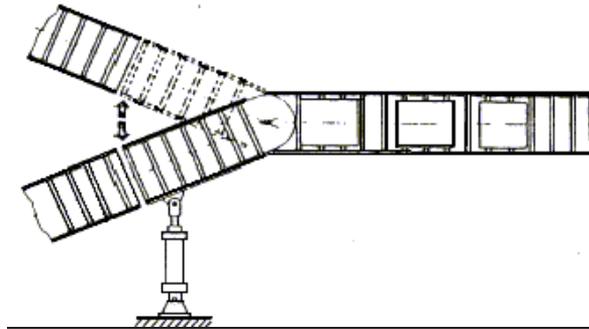
Realisasikan kontrol langsung suatu alat penyortir pada papan peraga.

- a. Rangkailah dengan menggunakan silinder kerja tunggal!
- b. Rangkailah dengan menggunakan silinder kerja ganda!

TUGAS 2

Permasalahan

Sebuah alat penyortir seperti gambar di bawah ini, silinder memiliki diameter yang besar karena digunakan untuk menggeser rel ban berjalan. Batang piston silinder akan keluar mendorong benda ke ban berjalan lain, jika switch tombol pneumatik ditekan. Tombol dilepas, batang piston kembali ke posisi semula.



Tugas :

Realisasikan kontrol tidak langsung suatu alat penyortir pada papan peraga.

- a. Rangkailah dengan menggunakan silinder kerja tunggal!
- b. Rangkailah dengan menggunakan silinder kerja ganda!

G. LEMBAR KERJA

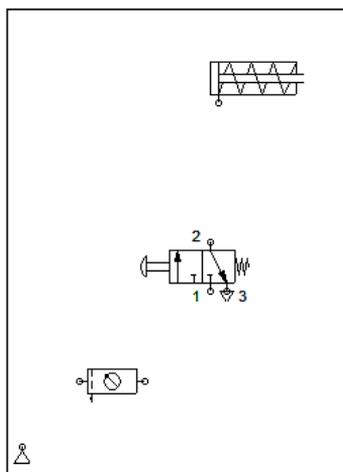
1. KONTROL LANGSUNG

a. Persiapan Pengoperasian Kontrol Langsung

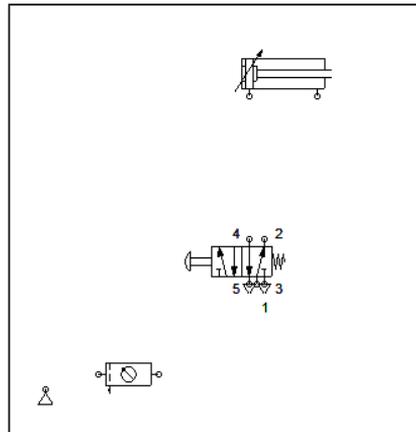
Sebelum mengoperasikan kontrol langsung pneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar.

1) Gambar Rangkaian

Gambar rangkaian kontrol langsung silinder kerja tunggal dan silinder kerja ganda perlu dilengkapi. Lengkapi gambar berikut sesuai perintah tugas 1:



- a. Kontrol langsung silinder kerja tunggal



b. Kontrol langsung silinder kerja ganda

2) Atur regulator tekanan dari unit pelayanan udara pada tekanan maksimum 6 bar.

b. Pengoperasian Kontrol Langsung Silinder

1) Rangkaian Kontrol Langsung Silinder Kerja Tunggal.

a) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut:

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
		OZ1	
		1A	
		1S1	

b) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.

c) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian langkah.

d) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar.

e) Switch on katup pada unit pelayanan udara.

f) Operasikan kontrol silinder kerja tunggal sebagai berikut :

No	Operasi	Posisi Silinder Kerja Tunggal
1	Tombol 1S1 tidak ditekan	
2	Tombol 1S1 ditekan terus (tidak dilepas)	

3	Tombol 1S1 dilepas dari penekanan	
4	Tombol 1S1 ditekan sebentar	

- g) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik.
- h) Kembalikan komponen dan slang pada tempat komponen.

2) Rangkaian Kontrol Langsung Silinder Kerja Ganda.

- a) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
		0Z1	
		1A	
		1S1	

- b) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- c) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian langkah.
- d) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar.
- e) Switch on katup pada unit pelayanan udara.
- f) Operasikan kontrol silinder kerja tunggal sebagai berikut :

No	Operasi	Posisi Silinder Kerja Tunggal
1	Tombol 1S1 tidak ditekan	
2	Tombol 1S1 ditekan terus (tidak dilepas)	
3	Tombol 1S1 dilepas dari penekanan	
4	Tombol 1S1 ditekan sebentar	

- g) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik.

h) Kembalikan komponen dan slang pada tempat komponen.

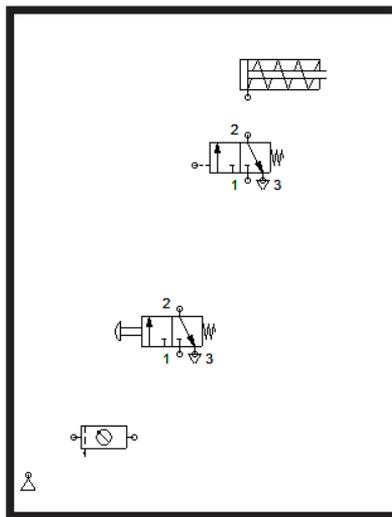
2. KONTROL TIDAK LANGSUNG

a. Persiapan Pengoperasian Kontrol Tidak Langsung

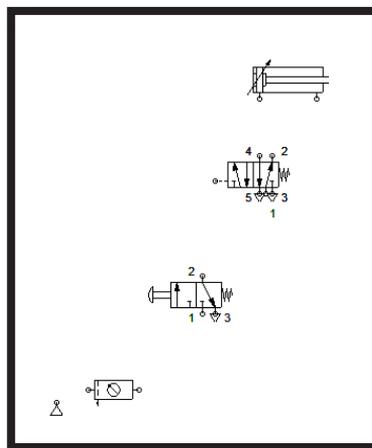
Sebelum mengoperasikan kontrol tidak langsung pneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar.

1) Gambar Rangkaian

Gambar rangkaian kontrol tidak langsung silinder kerja tunggal dan silinder kerja ganda perlu dilengkapi. Lengkapi gambar berikut sesuai perintah tugas 2.



a. Kontrol tidak langsung silinder kerja tunggal



b. Kontrol tidak langsung silinder kerja ganda

2) Atur regulator tekanan dari unit pelayanan udara pada tekanan maksimum 6 bar.

b. Pengoperasian Kontrol Langsung Silinder

1) Rangkaian Kontrol Tidak Langsung Silinder Kerja Tunggal.

a) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
		0Z1	
		1A	
		1S1	
		1V1	

b) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.

c) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian langkah.

d) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar.

e) Switch on katup pada unit pelayanan udara.

f) Operasikan kontrol silinder kerja tunggal sebagai berikut :

No	Operasi	Posisi Silinder Kerja Tunggal
1	Tombol 1S1 tidak ditekan	
2	Tombol 1S1 ditekan terus (tidak dilepas)	
3	Tombol 1S1 dilepas dari penekanan	
4	Tombol 1S1 ditekan sebentar	

g) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik.

h) Kembalikan komponen dan slang pada tempat komponen.

2) Rangkaian Kontrol Tidak Langsung Silinder Kerja Ganda.

a) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
		0Z1	
		1A	

		1S1	
		1V1	

- b) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- c) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian langkah.
- d) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar.
- e) Switch on katup pada unit pelayanan udara.
- f) Operasikan kontrol silinder kerja tunggal sebagai berikut :

No	Operasi	Posisi Silinder Kerja Tunggal
1	Tombol 1S1 tidak ditekan	
2	Tombol 1S1 ditekan terus (tidak dilepas)	
3	Tombol 1S1 dilepas dari penekanan	
4	Tombol 1S1 ditekan sebentar	

- g) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik.
- h) Kembalikan komponen dan slang pada tempat komponen.

KEGIATAN BELAJAR 2 : KATUP KERJA MEKANIK (LIMIT SWITCH)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

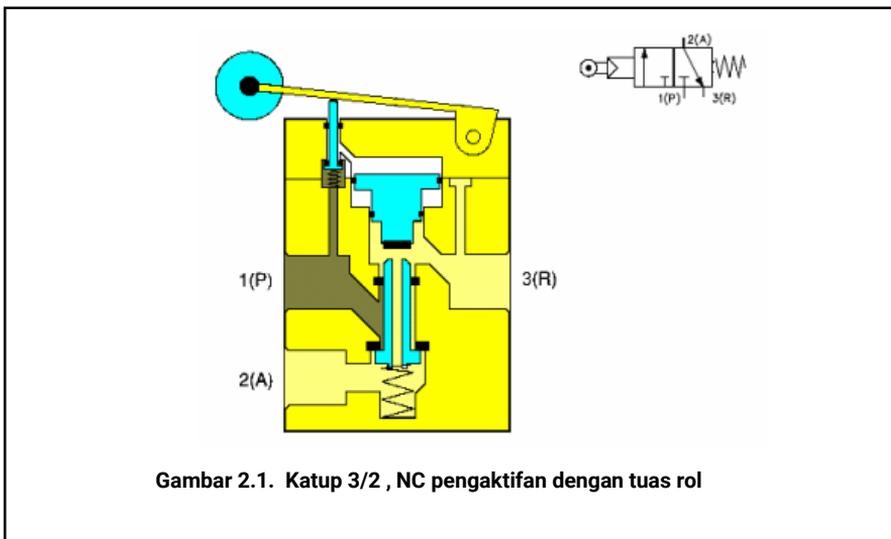
- 8. Memahami tentang katup kerja mekanik
- 9. Membuat rangkaian katup kerja mekanik
- 10. Mengaplikasikan katup kerja mekanik

B. MATERI PEMBELAJARAN

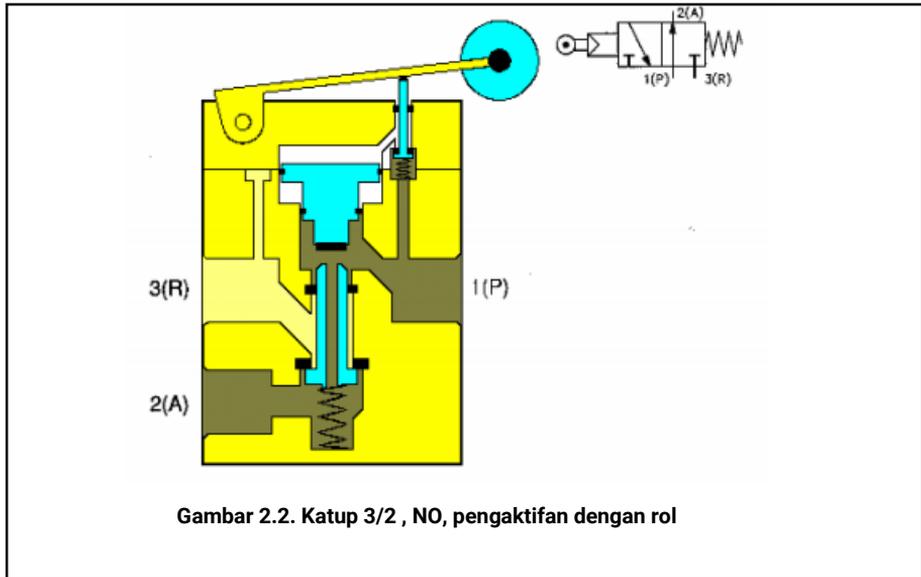
1. Penjelasan Katup Kerja Mekanik

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, ataupun tidak dilengkapi pun juga bisa digunakan. 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).



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



2. Simbol-simbol katup kerja mekanik dalam pneumatik

Tabel 2.1 Simbol Limit Switch Pneumatik

Symbol dalam pneumatik	Keterangan
	Katup 3/2 N/O dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas (limit switch).
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan rol idle dan kembali dengan pegas.
	Katup 3/2 N/O dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas dilengkapi dengan katup pilot internal.
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas dilengkapi dengan katup pilot internal.

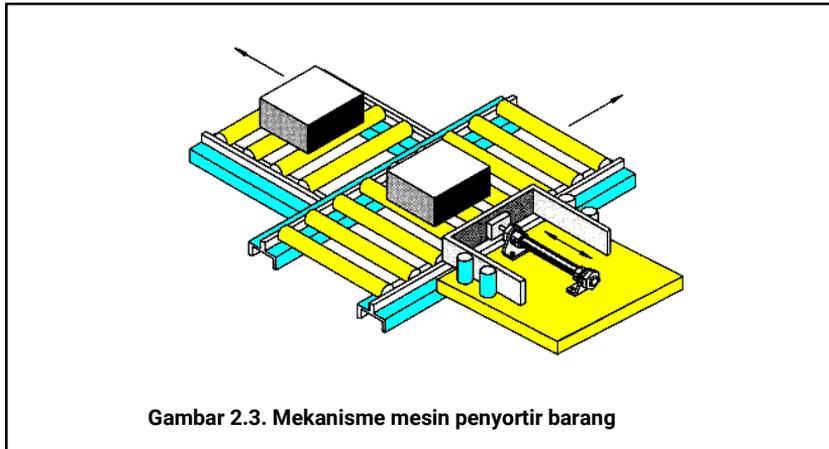
3.Rangkaian Katup Kerja Mekanik

a. Praktikum 1

1) Permasalahan

Sebuah alat sorting barang yang terbuat dari silinder kerja ganda dikendalikan secara manual dengan tombol tekan. Saat S1 ditekan maka silinder akan bergerak maju. Saat mencapai maksimal silinder akan kembali dengan bergerak mundur.

Ilustrasinya sebagai berikut:



2) Pemecahan masalah

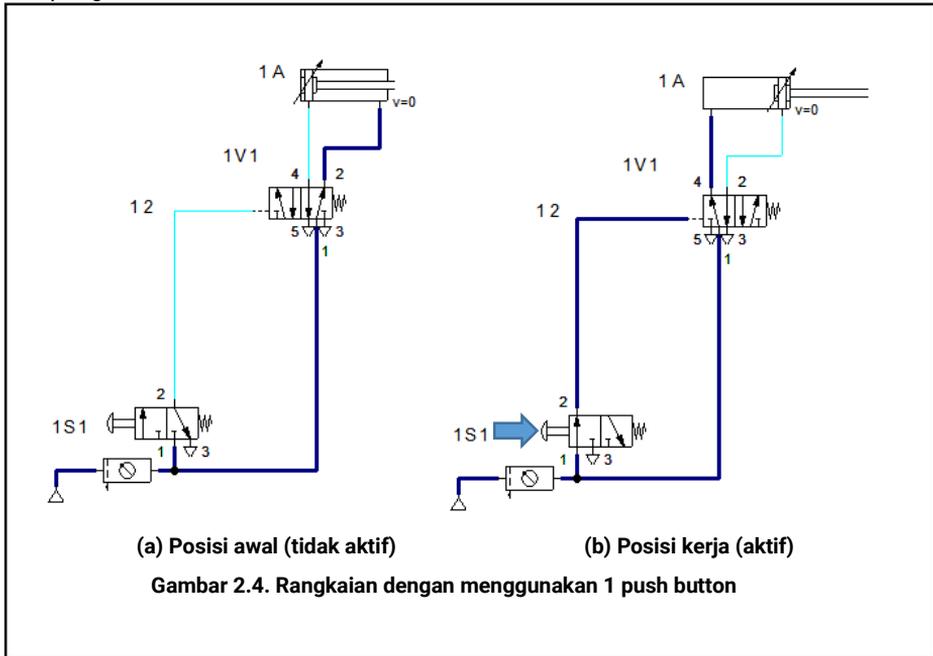
Untuk memecahkan masalah tersebut, diperlukan rangkaian kontrol dengan penambahan katup kerja mekanik yang dilengkapi dengan rol dan pegas.

Untuk membuat rangkaian tersebut dibutuhkan komponen-komponen sebagai berikut :

- Silinder kerja ganda
- Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi kontak, tombol tekan untuk mengaktifkan dan pegas untuk kembali (sebagai push button).
- Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi kontak, rol mekanik untuk mengaktifkan dan pegas untuk kembali (sebagai limit switch).
- Katup kontrol arah 5/2 mempunyai 5 lubang utama dan 2 posisi kontak, serta 2 lubang control.
- Unit Pelayanan Udara / Air Service Unit . Masukan berasal dari kompresor dan keluarannya dihubungkan ke katup dan 3/2 push button dan limit switch.
- Sambungan udara bertekanan (pipa/slang plastik) antara catu daya dan katup 3/2 , antara katup 5/2 dan silinder

3) Pembuatan rangkaian

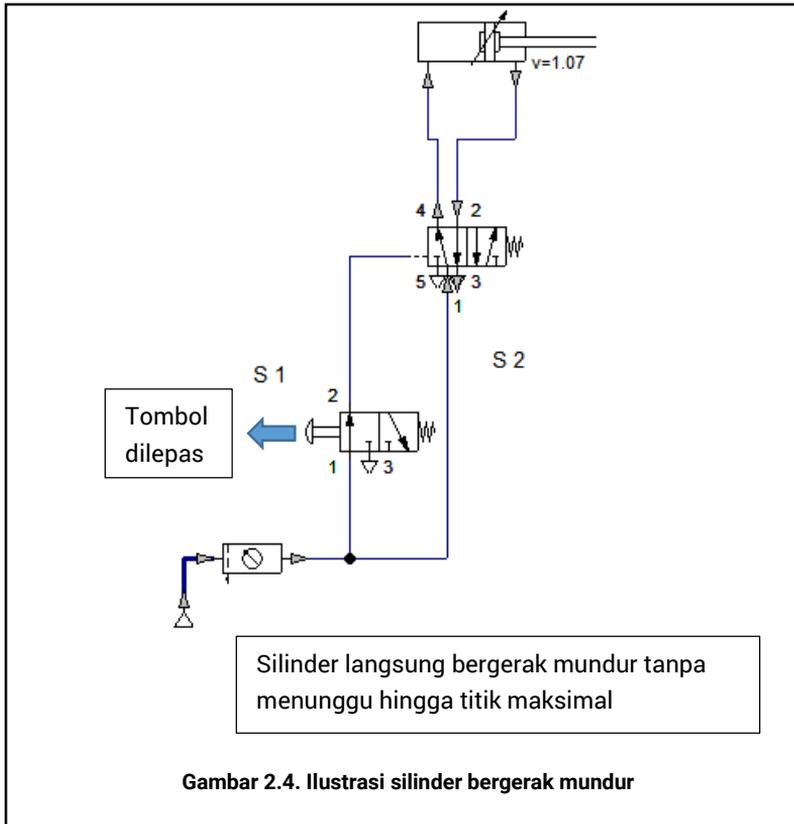
- a) Percobaan 1: Pembuatan rangkaian dengan menggunakan 1 *push button* dengan *spring returned*



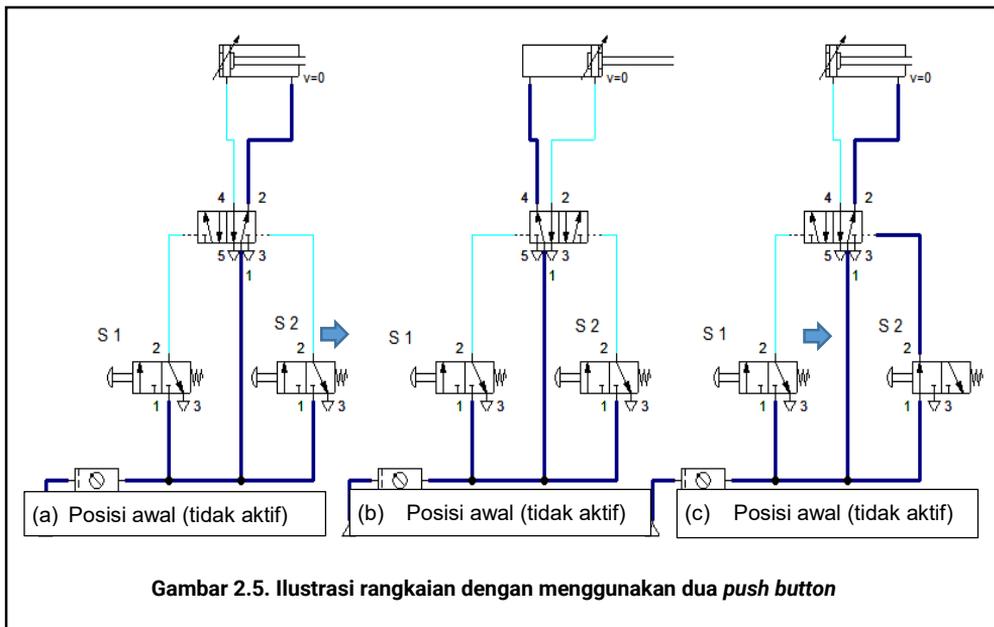
Penjelasan:

Pada dasarnya rangkaian dengan menggunakan push button dengan pegas pembalik sudah dapat menyelesaikan permasalahan diatas, namun terjadi kendala pada penerapannya, dikarenakan operator harus menekan tombol push button secara penuh sampai silinder kembali pada posisi semula. Hal ini disebabkan apabila tombol dilepas sebelum silinder maju maksimal maka silinder otomatis akan bergerak mundur dimana posisi terakhirnya ketika tombol dilepas.

Agar lebih jelas perhatikan gambar ilustrasi dibawah ini:



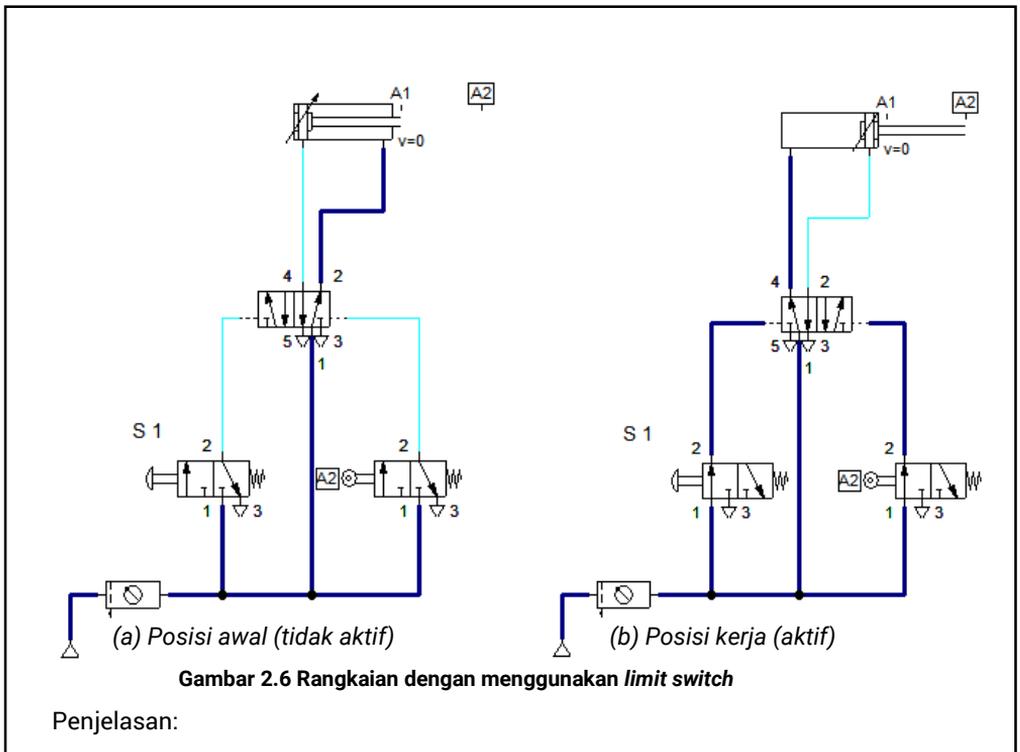
b) Percobaan 2: Pembuatan rangkaian dengan menggunakan dua *push button*



Penjelasan:

Pada dasarnya permasalahan diatas dapat terselesaikan dengan menggunakan dua katup control arah dengan push button, dalam rangkaian ini ketika push button S1 di tekan maka silinder akan bergerak maju dan ketika push button S2 ditekan maka silinder akan bergerak mundur. Jika proses tekan menekan push button dilakukan berulang – ulang maka permasalahan diatas dapat terselesaikan. Akan tetapi permasalahan yang timbul adalah operator tidak mungkin menekan tombol push button dengan interval waktu yang sama setiap kali siklusnya.

c) Pembuatan rangkaian menggunakan *limit switch*



Pada percobaan ketiga ini merupakan jawaban yang paling tepat untuk menjawab permasalahan di atas. Ketika tombol push button (S1) ditekan maka silinder akan bergerak maju hingga posisi maksimal ketika silinder mencapai maksimal maka ujung silinder akan menyentuh *limit switch* yang terpasang sehingga otomatis silinder akan bergerak mundur dengan sendirinya setelah silinder

maju dan mencapai titik maksimal. Pada percobaan kali ini *push button* tidak perlu ditekan terus menerus, cukup ditekan sekali saja.

b. Praktikum 2

1) Permasalahan

Permasalahan sama dengan permasalahan nomor 1, dengan menggunakan silinder kerja ganda dikendalikan secara manual dengan tombol tekan. Saat S1 ditekan maka silinder akan bergerak maju dan saat mencapai maksimal silinder akan kembali dengan bergerak mundur, akan tetapi pada permasalahan kali ini silinder akan bergerak maju mundur secara otomatis secara terus menerus.

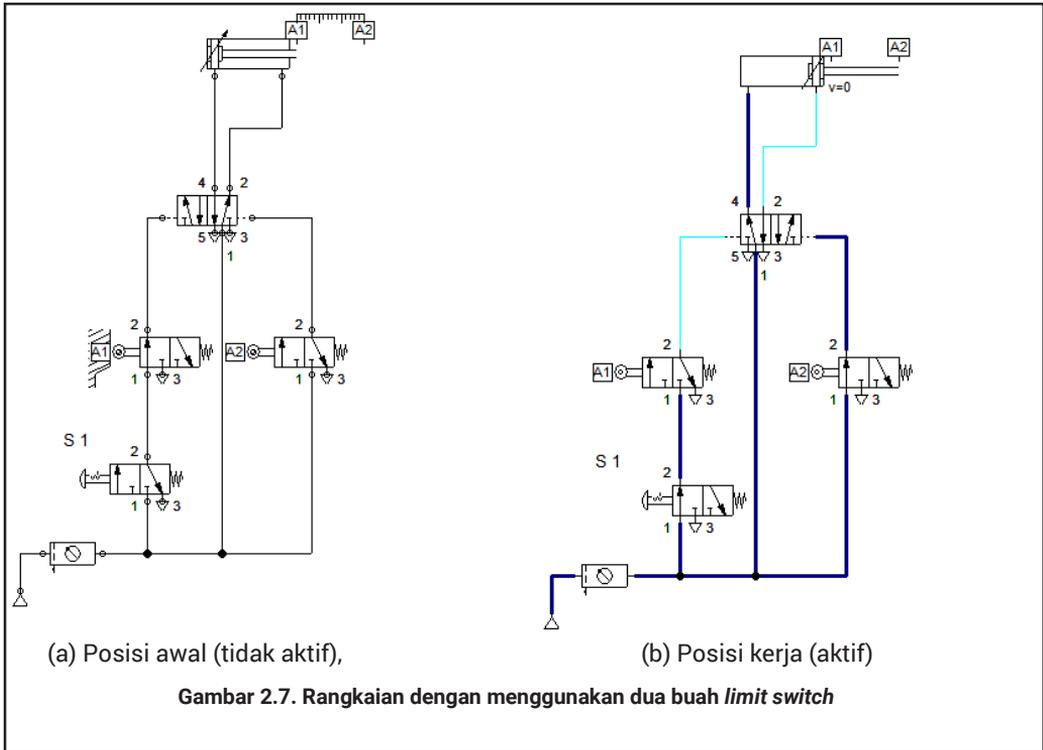
2) Pemecahan masalah

Untuk memecahkan masalah tersebut, diperlukan rangkaian kontrol dengan penambahan katup kerja mekanik yang dilengkapi dengan rol dan pegas.

Untuk membuat rangkaian tersebut dibutuhkan komponen-komponen sebagai berikut :

- Silinder kerja ganda
- Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi kontak, tombol tekan untuk mengaktifkan dan pegas untuk kembali (sebagai push button).
- Dua buah katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi kontak, rol mekanik untuk mengaktifkan dan pegas untuk kembali (sebagai limit switch).
- Katup kontrol arah 5/2 mempunyai 5 lubang utama dan 2 posisi kontak, serta 2 lubang control.
- Unit Pelayanan Udara / Air Service Unit . Masukan berasal dari kompresor dan keluarannya dihubungkan ke katup dan 3/2 push button dan limit switch.
- Sambungan udara bertekanan (pipa/slang plastik) antara catu daya dan katup 3/2 , antara katup 5/2 dan silinder

3) Pembuatan rangkaian



Penjelasan:

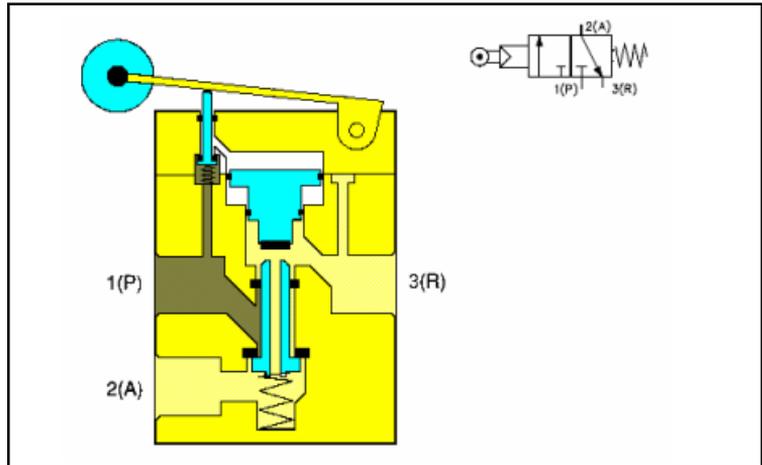
Ketika tombol S1 ditekan maka silinder akan bergerak maju hingga ujung dari silinder menyentuh limit switch A2, jika A2 tertekan maka katup A1 akan bekerja dan silinder akan terdorong mundur, ketika silinder mundur secara maksimal maka akan menyentuh limit switch A1 yang mengakibatkan katup A1 akan bekerja dan mendorong silinder untuk bergerak maju. Proses tersebut akan berlangsung berulang – ulang hingga tombol S1 dimatikan.

C. RANGKUMAN

- 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.
- Agar silinder dapat bergerak maju sampai maksimal tanpa harus menekan push button secara terus menerus maka digunakan limit switch sebagai sensor dalam rangkaian tersebut.

D. TES FORMATIF

1. Perhatikan gambar dibawah ini:



Jelaskan prinsip kerja katup limit switch diatas!

.....

.....

.....

.....

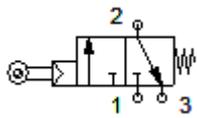
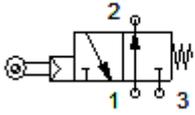
.....

.....

.....

2. Perhatikan symbol pneumatik dibawah ini, lengkapi keterangan gambar symbol di bawah ini:

Symbol dalam pneumatik	Keterangan
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

3. Jika terjadi permasalahan sebuah alat sorting barang yang terbuat dari silinder kerja ganda dikendalikan secara manual dengan tombol tekan. Saat S1 ditekan maka silinder akan bergerak maju. Saat mencapai maksimal silinder akan kembali dengan bergerak mundur. Jelaskan langkah pemecahan masalahnya!

.....

.....

.....

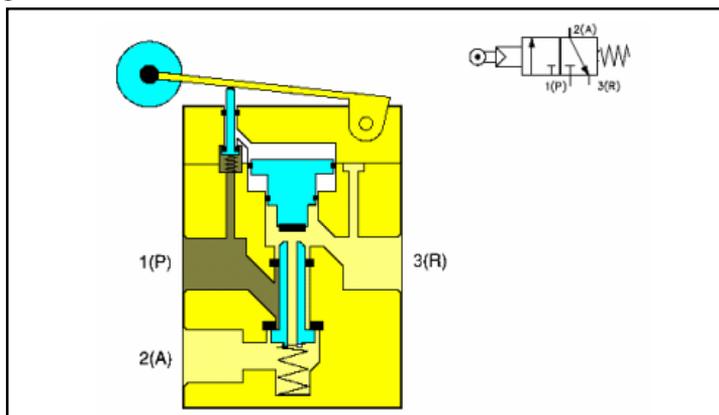
.....

.....

.....

E. KUNCI JAWABAN

1. Perhatikan gambar dibawah ini:



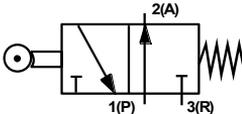
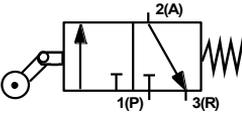
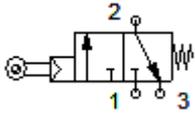
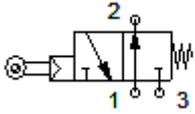
Jelaskan prinsip kerja katup limit switch diatas!

Prinsip kerja katup diatas adalah sebagai berikut: 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).

2. Perhatikan symbol pneumatik dibawah ini, lengkapi keterangan gambar symbol di bawah ini:

Jawab:

Symbol dalam pneumatik	Keterangan
	Katup 3/2 N/O dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas (limit switch).
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan rol idle dan kembali dengan pegas.
	Katup 3/2 N/O dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas dilengkapi dengan katup pilot internal.
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas dilengkapi dengan katup pilot internal.

3. Jika terjadi permasalahan sebuah alat sorting barang yang terbuat dari silinder kerja ganda dikendalikan secara manual dengan tombol tekan. Saat S1 ditekan maka silinder akan bergerak maju. Saat mencapai maksimal silinder akan kembali dengan bergerak mundur. Jelaskan langkah pemecahan masalahnya!

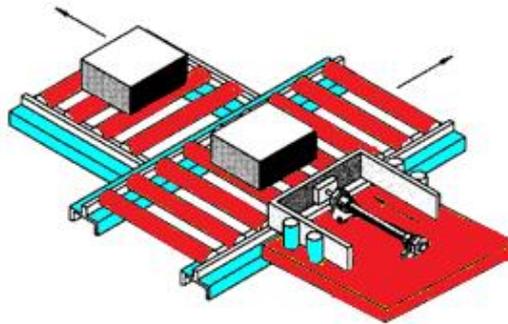
Untuk memecahkan masalah tersebut, diperlukan rangkaian kontrol dengan penambahan katup kerja mekanik yang dilengkapi dengan rol dan pegas (*Limit Switch*). Hal ini disebabkan apabila menggunakan push button dengan pegas pembalik apabila tombol dilepas maka silinder akan bergerak mundur tanpa harus menunggu sampai maksimal, dan apabila menggunakan dua push button maka

tidak akan konstan karena operator harus memencet kedua push button tersebut secara berkelanjutan, maka langkah terbaik adalah menggunakan limit switch.

F. TUGAS

Permasalahan:

Sebuah alat sorting barang yang terbuat dari silinder kerja ganda dikendalikan secara manual dengan tombol tekan. Saat S1 ditekan maka silinder akan bergerak maju. Saat mencapai maksimal silinder akan kembali dengan bergerak mundur, siklus tersebut berjalan terus menerus.



Tugas:

1. Silinder bergerak maju mundur secara terus menerus setelah tombol start ditekan.
2. Silinder bergerak maju mundur secara terus menerus setelah tombol start ditekan dan akan berhenti ketika tombol stop ditekan,

G. LEMBAR KERJA SISWA

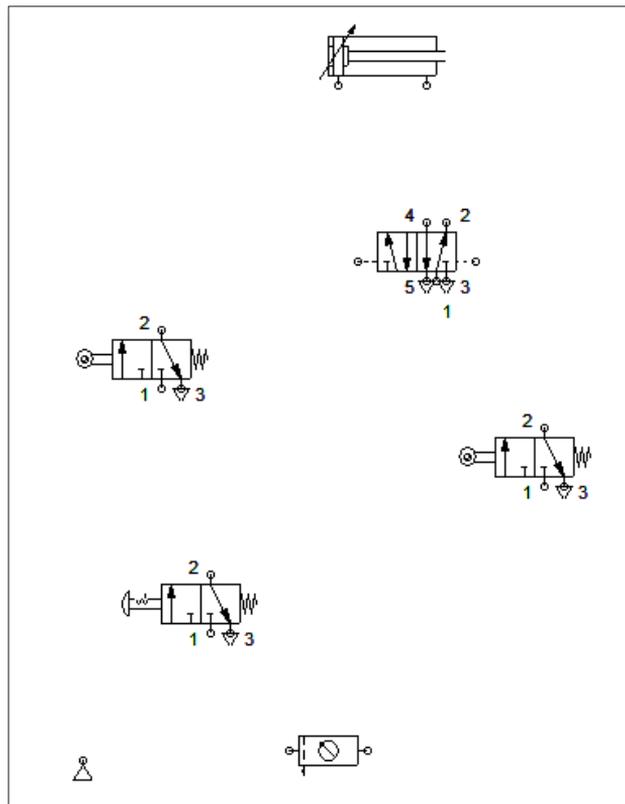
3. KONTROL MAJU MUNDUR OTOMATIS

b. Persiapan Pengoperasian Kontrol Maju Mundur Otomatis

Sebelum mengoperasikan kontrol maju mundur otomatis pada pneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar.

1) Gambar Rangkaian

Gambar rangkaian kontrol maju mundur secara otomatis pada silinder kerja ganda perlu dilengkapi. Lengkapi gambar beserta penamaan komponen berikut sesuai perintah tugas nomor 1.



2) Atur regulator tekanan dari unit pelayanan udara pada tekanan maksimum 6 bar.

b. Pengoperasian Kontrol Langsung Silinder

3) Rangkaian maju mundur otomatis.

a) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
		OZ1	
		1A	
		1S1	
		1V1	
		1SV1	
		1SV2	

b) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.

c) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian langkah.

- d) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar.
- e) Switch on katup pada unit pelayanan udara.
- f) Operasikan kontrol silinder kerja tunggal sebagai berikut :

No	Operasi	Posisi Silinder Kerja Tunggal
1	Tombol 1S1 tidak ditekan	
2	Tombol 1S1 ditekan terus (tidak dilepas)	
3	Tombol 1S1 dilepas dari penekanan	
4	Tombol 1S1 ditekan sebentar	

- g) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik.
- h) Kembalikan komponen dan slang pada tempat komponen.

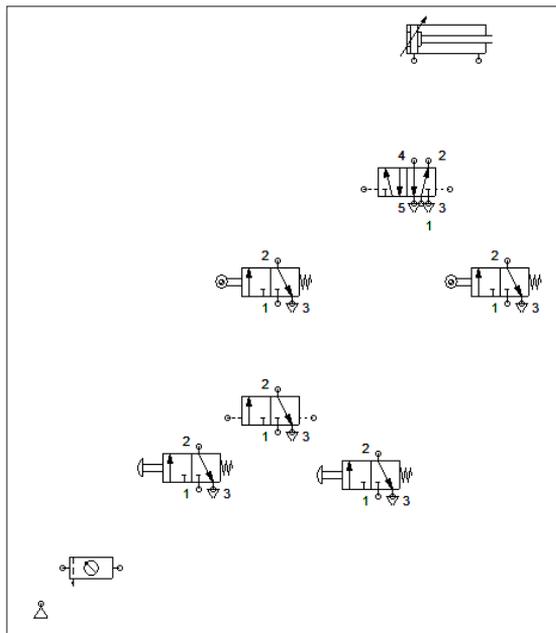
4. KONTROL MAJU MUNDUR OTOMATIS DENGAN RANGKAIAN TOMBOL START DAN STOP

a. Persiapan Pengoperasian Kontrol Maju Mundur Otomatis Dengan Rangkaian Tombol Start Dan Stop

Sebelum mengoperasikan kontrol maju mundur otomatis dengan rangkaian tombol start dan stop pada pneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar.

1) Gambar Rangkaian

Gambar rangkaian kontrol maju mundur secara otomatis dengan rangkaian tombol start dan stop pada silinder kerja ganda perlu dilengkapi. Lengkapi gambar beserta penamaan komponen berikut sesuai perintah tugas nomor 2.



2) Atur regulator tekanan dari unit pelayanan udara pada tekanan maksimum 6 bar.

b. Pengoperasian Kontrol Langsung Silinder

- 1) Rangkaian maju mundur otomatis dengan rangkaian tombol start stop.
 - a) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
		0Z1	
		1A	
		1S1	
		1S2	
		1V1	
		1V2	
		1SV1	
		1SV2	

- b) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- c) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian langkah.
- d) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar.

- e) Switch on katup pada unit pelayanan udara.
- f) Operasikan kontrol silinder kerja tunggal sebagai berikut :

No	Operasi	Posisi Silinder Kerja Tunggal
1	Tombol 1S1 tidak ditekan	
2	Tombol 1S1 ditekan terus (tidak dilepas)	
3	Tombol 1S1 dilepas dari penekanan	
4	Tombol 1S1 ditekan sebentar	
5	Tombol 1S2 ditekan sebentar	

- g) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik.
- h) Kembalikan komponen dan slang pada tempat komponen.

2) Keselamatan Kerja:

- a) Gunakan peralatan K3 (safety equipment) untuk perlindungan diri seperti: sepatu, sarung tangan, kacamata dan helm
- b) Gunakan peralatan sesuai dengan SOP (Standanrd Operasional Prosedur)
- c) Patuhi prosedur keselamatan kerja yang berlaku.

KEGIATAN BELAJAR 3 : DASAR-DASAR ELEKTRO PNEUMATIK

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Memahami elemen kontrol elektropneumatik
2. Mengenal simbol elektrik pada sistem elektropneumatik
3. Membuat rangkaian kontrol langsung elektropneumatik
4. Membuat rangkaian kontrol tidak langsung elektropneumatik

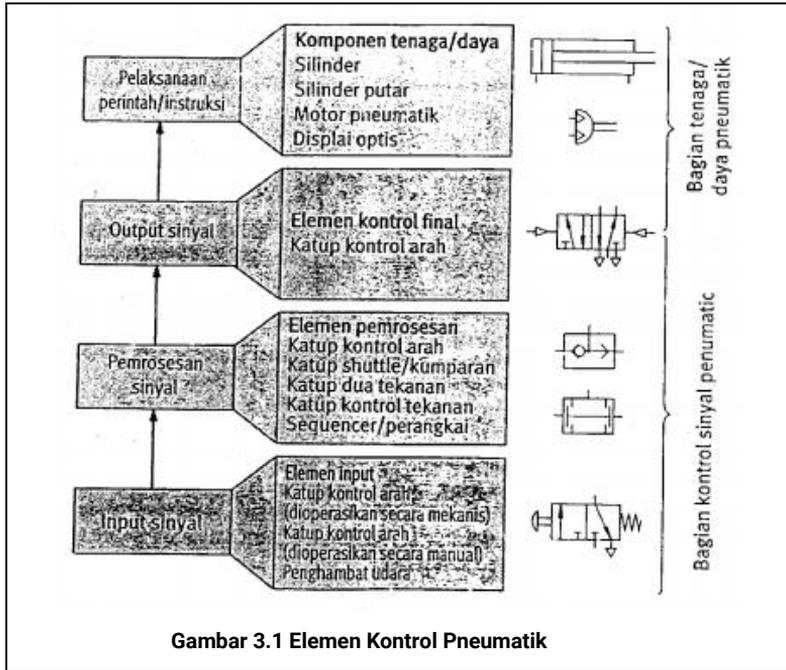
B. MATERI PEMBELAJARAN

1. Pengertian

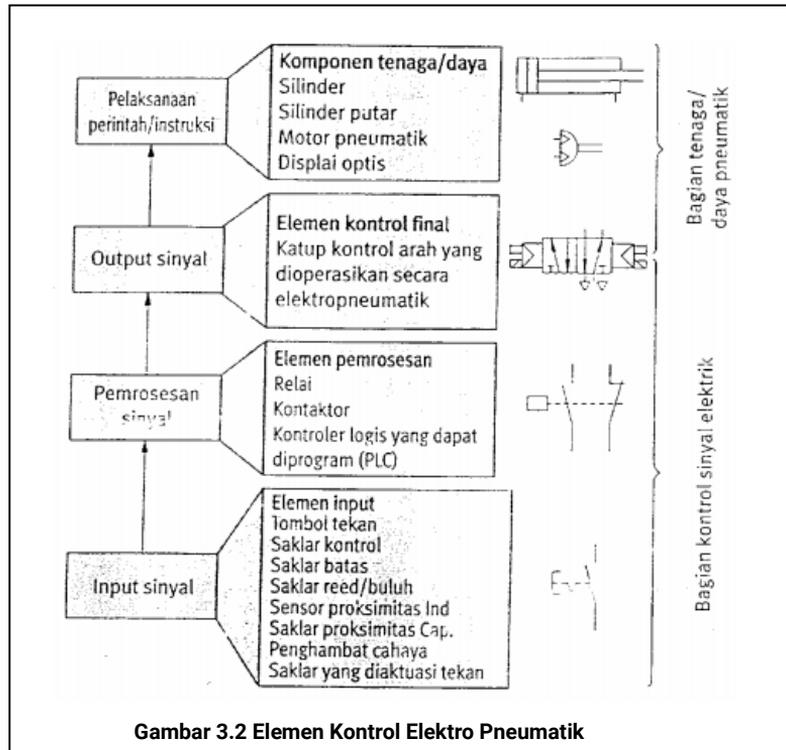
Elektropneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja (tenaga penggerak) sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik. Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan (solenoid) yang terpasang pada katup pneumatik (solenoid valve) dengan mengaktifkan sakelar, sensor ataupun sakelar pembatas (*limit switch*) yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal. Sinyal tersebut akan dikirimkan ke kumparan dan akan menghasilkan medan elektromagnetik serta akan mengaktifkan/mengaktuasikan katup pengatur arah sebagai elemen akhir pada rangkaian kerja pneumatik. Sedangkan media kerja pneumatik akan mengaktifkan atau menggerakkan elemen kerja pneumatik seperti silinder yang akan menjalankan sistem.

2. Elemen Kontrol Elektro Pneumatik

Kontrol pneumatik dan elektropneumatik mempunyai suatu bagian tenaga/daya pneumatik seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1 dan 3.2, tetapi bagian sinyal kontrol berbeda. Bisa dilihat kesamaan dan perbedaan dari pneumatik dan elektro pneumatik pada gambar 3.1 dan 3.2 berikut ini:



Gambar 3.1 Elemen Kontrol Pneumatik



Gambar 3.2 Elemen Kontrol Elektro Pneumatik

Jika dilihat dari kedua gambar diatas, maka akan terlihat 3 bagian yang berbeda yaitu pada bagian Input sinyal, pemrosesan sinyal dan output sinyal. Pada bagian input sinyal

pneumatik menggunakan berbagai macam KKA yang difungsikan sebagai tombol tetapi pada elektropneumatik menggunakan kontak sakelar sebagai input sinyal. Pada bagian pemrosesan sinyal pneumatik menggunakan berbagai macam KKA yang difungsikan sebagai limit dan katup logika seperti AND dan OR tetapi pada elektropneumatik menggunakan kontak sakelar yang difungsikan sebagai limit, sensor maupun kontak relay. Pada bagian output sinyal perbedaan hanya pada penggerak KKA saja, yang awalnya menggunakan sinyal udara bertekanan digantikan oleh kumparan yang akan menghasilkan medan magnet jika dialiri listrik. Perbedaan pneumatik dan elektropneumatik juga terlihat dari penggunaan power supply, pneumatik hanya menggunakan udara bertekanan tetapi pada elektropneumatik harus menggunakan udara bertekanan dan arus listrik 24v DC. Pada sistem pengontrolan elektropneumatik tidak ditemukan dalam diagram rangkaian keseluruhan yang tunggal, namun dalam dua diagram rangkaian terpisah, satu untuk bagian elektrik yang berfungsi sebagai pemroses sinyal dan satu lagi untuk bagian pneumatik sebagai pelaksana atau output dari sistem. Pada sistem elektropneumatik terdapat 4 kelompok dasar yaitu :

- a. Power Supply (unit catu daya)
 - 1) Arus listrik
 - 2) Udara bertekanan
- b. Elemen-elemen masukan (Sensor)
 - 1) Limit switch
 - 2) Sensor
 - 3) Tombol tekan
- c. Elemen pemroses (Processor)
 - 1) Switching logic
 - 2) Katup solenoid
 - 3) Converter Pneumatik ke Elektrik
- d. Aktuator dan elemen kontrol akhir
 - 1) Silinder
 - 2) Motor
 - 3) Katup kontrol akhir

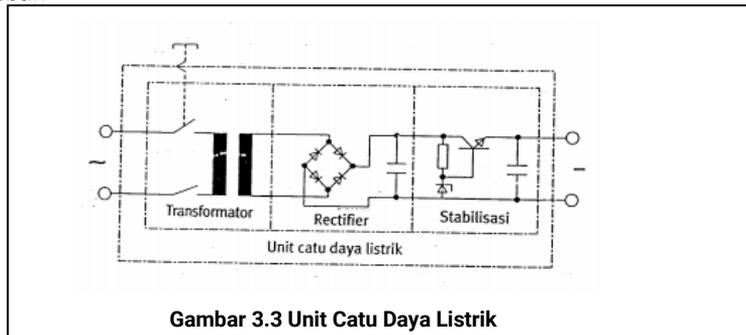
3. Elemen Utama Elektropneumatik

Bila energi listrik tersedia dan akan dipakai maka perlu diproses dan didistribusikan oleh komponen utama. Untuk mempermudah penunjukkannya maka komponen itu digambarkan dalam bentuk simbol pada diagram rangkaiannya.

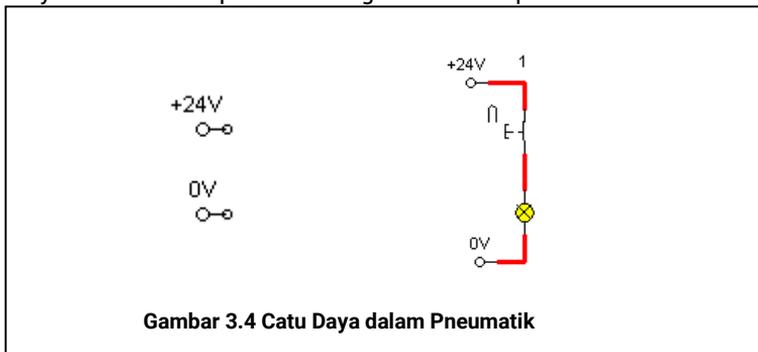
a. Unit catu daya listrik.

Bagian kontrol sinyal suatu pengontrolan elektropneumatik akan disuplai dengan suatu daya melalui bagian utama elektrik. Pengontrolan mempunyai unit catu daya listrik untuk tujuan ini perhatikan gambar 4.3. Secara individual unit catu daya listrik ini berfungsi sebagai berikut :

- 1) Penurun tegangan, dari tegangan 240 Volt diturunkan menjadi tegangan rendah 24 Volt sebagai output.
- 2) Penyearah yang mengkonversikan tegangan ac menjadi tegangan dc. Kapasitor pada output penyearah berfungsi untuk meratakan tegangan tersebut.
- 3) Regulator tegangan pada output dari unit catu daya diperlukan untuk menjamin agar tegangan output konstan tanpa dipengaruhi oleh aliran arus yang mengalir ke beban



Simbol catu daya dalam elektropneumatik digambarkan seperti berikut:



Elemen catu daya akan menjadi pondasi dalam membuat rangkaian elektropneumatik. Penggunaannya sama seperti unit catu daya pada umumnya, sebelum terhubung antara 24v dengan 0v harus ada beban yang dilewati. Contoh sederhana dalam penggunaan unit catu daya bisa dilihat pada gambar

b. Tombol tekan dan sakelar tekan.

Sakelar dipasang pada suatu rangkaian untuk mengalikan arus listrik pada rangkaian tersebut. Sakelar ini akan dibagi sebagai tombol tekan dan sakelar tekan. Bentuk nyata sakelar yang dipergunakan seperti gambar dibawah ini:

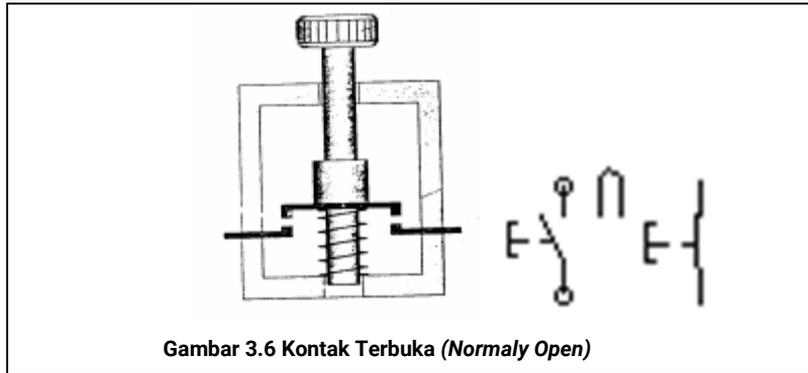


Gambar 3.5 Tobol Tekan dan Saklar Tekan

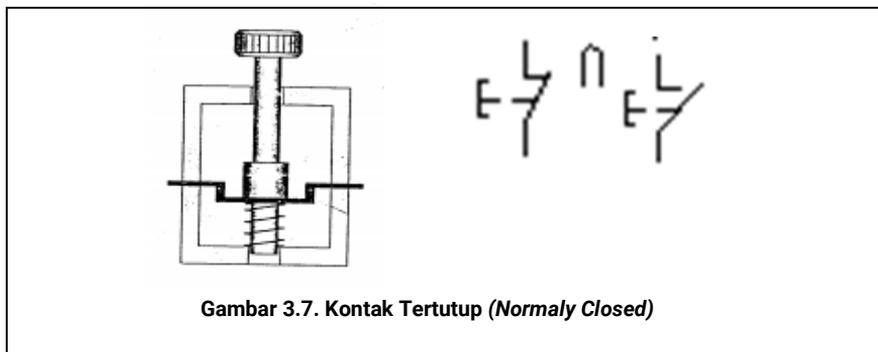
Tersusun dalam sakelar tekan (N/O dan N/C) dan sakelar tekan (N/O dan N/C).

- 1) Sakelar tekan akan dioperasikan secara mekanik pada posisi yang telah ditentukan. Posisi sakelar akan tetap tidak berubah sampai pada posisi sakelar yang baru ditentukan. Contoh : sakelar lampu di rumah.
- 2) Tombol tekan hanya dapat mempertahankan posisi yang ditentukan sepanjang sakelar tersebut telah diaktuasikan (ditekan). Contoh : sakelar bel.

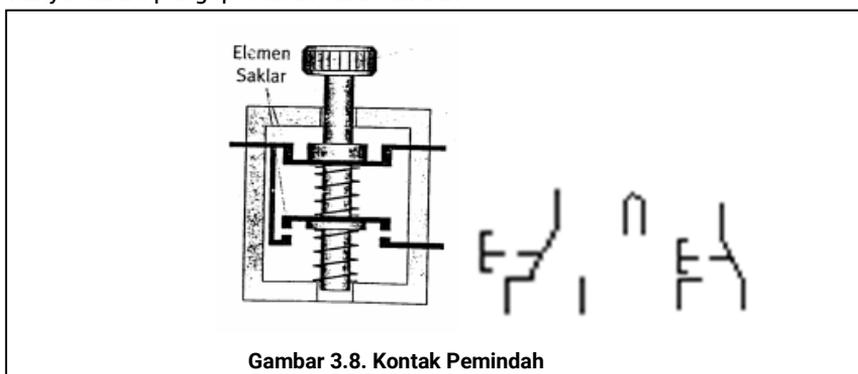
Kontak terbuka secara normal (Normaly Open), rangkaian terbuka apabila sakelar ada pada posisi awalnya (tidak diaktuisikan), arus tidak mengalir ke beban. Rangkaian tertutup dengan menekan tombol tekan, arus mangalir ke beban. Ketika tombol dilepas, maka pegas akan mengembalikan sakelar ke posisi awal.



Kontak tertutup secara normal (Normaly Close), rangkaian tertutup apabila sakelar ada pada posisi awalnya (tidak diaktuisikan), arus mengalir ke beban. Rangkaian terbuka dengan menekan tombol tekan, arus tidak mengalir ke beban. Ketika tombol dilepas, maka pegas akan mengembalikan sakelar ke posisi awal.

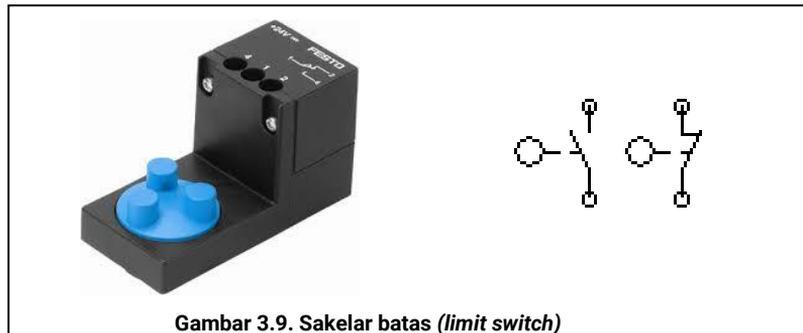


Kontak pemindah adalah Tombol tekan dengan mengkombinasikan fungsi-fungsi kontak terbuka secara normal dan kontak tertutup secara normal dalam satu piranti. Perubahan kontak-kontak tersebut digunakan untuk menutup suatu rangkaian dan membuka rangkaian lainnya dalam pengoperasian satu sakelar.

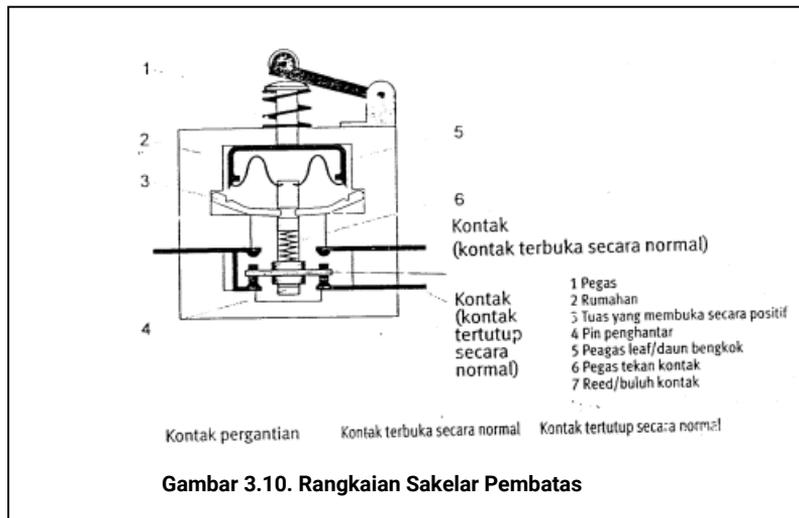


c. Sakelar batas (*limit switch*).

Sakelar batas (*limit switch*) diaktuasikan ketika suatu bagian mesin atau benda-benda kerja sedang dalam posisi tertentu. Secara normal, aktuasi diberlakukan dengan suatu gerakan mekanik seperti tersentuh silinder (pergerakan silinder maju atau mundur). Sakelar batas (*limit switch*) akan menggantikan KKA sebagai limit dalam pneumatik, limit switch akan mengirimkan sinyal saat terjadi perubahan kedudukan N/O menjadi N/C atau sebaliknya.



Gambar 3.9. Sakelar batas (*limit switch*)



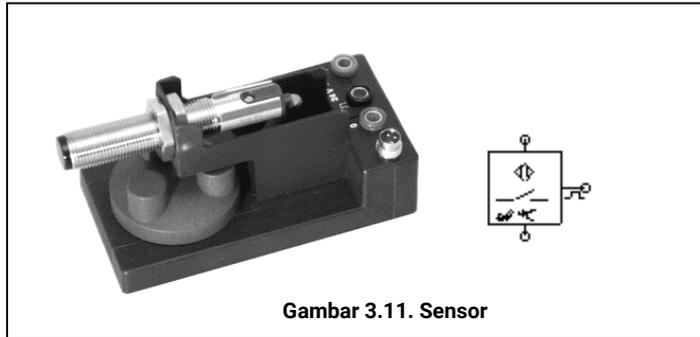
Gambar 3.10. Rangkaian Sakelar Pembatas

d. Sensor.

Sensor bekerja untuk mengukur informasi dan melakukan pemrosesan sinyal dalam suatu bentuk yang dapat dengan mudah diproses. Pengontrolan elektropneumatik sensor biasanya digunakan untuk tujuan sebagai berikut :

- 1) Untuk mendeteksi posisi ujung maju dan mundur dari batang piston/torak saat mendorong silinder.
- 2) Untuk mendeteksi adanya dan posisi benda kerja.

- 3) Untuk mengukur dan memonitor tekanan.

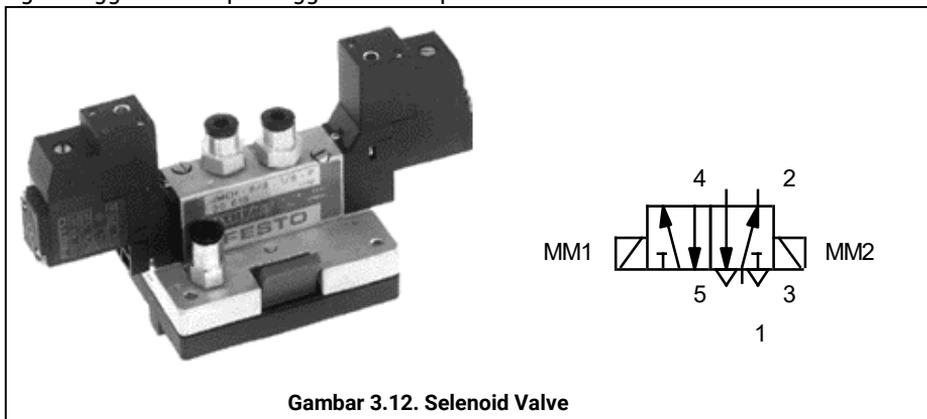


Gambar 3.11. Sensor

e. Solenoid valve

Solenoid valve merupakan sebuah komponen pneumatik yang bekerja berdasarkan input tegangan dan arus, yang mana saat solenoid ini bekerja tegangan yang diterima pada solenoid-nya kurang lebih 24 volt dengan syarat tidak ada pembebanan dan arus yang diterima kurang lebih 0,2 ampere.

Berdasarkan data tersebut solenoid dapat menjadi suatu input yang dapat merubah keadaan switch bagian dalam dari valve dengan menggunakan tegangan dan arus tersebut bukan lagi menggunakan input trigger tekanan pneumatik.



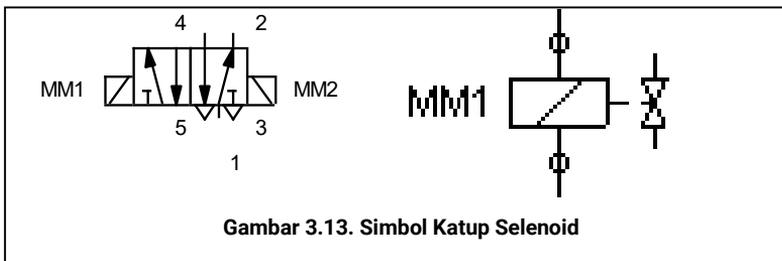
Gambar 3.12. Solenoid Valve

Sistem kerjanya berdasarkan tegangan dan arus yang mengakibatkan menarik konstruksi khusus dibagian dalam dari valve. Saat tegangan dan arus dialirkan kedalam kumparan solenoid, maka solenoid akan teraktuasi dan merubah kedudukan KKA atau valve tersebut. Solenoid ada yang menggunakan LED sebagai indikator, adapula yg tanpa indikator LED. Jenis solenoid dengan LED berdasarkan katup-nya diantaranya :

- 1) 3/2-Way single solenoid with LED.
- 2) 5/2-Way single solenoid with LED.

3) 5/2-Way double solenoid with LED.

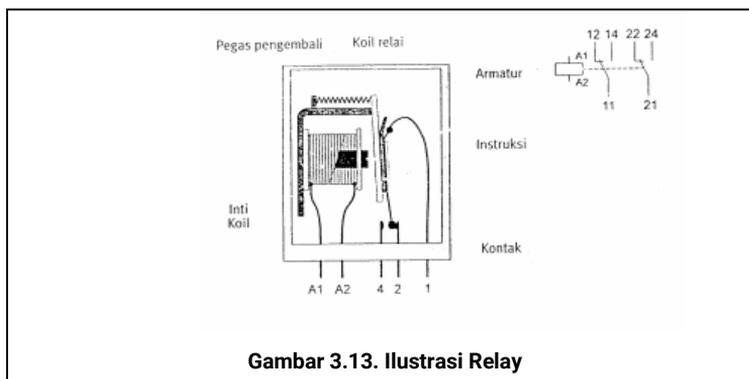
Dalam simulasi, solenoid terbagi menjadi 2 bagian, walaupun kenyataannya hanya 1 bagian saja. Tetapi untuk mempermudah dan kesan rapi dibagian simulasi dibagi menjadi 2 bagian. 1 dibagian pada rangkaian aktuator dan 1 dibagian pada rangkaian kontrol. Solenoid pada bagian aktuator menempel pada KKA yang dipergunakan untuk menunjukan pergerakan KKA digerakan oleh solenoid. Dan 1 bagian pada rangkaian ontrol untuk menunjukan pengaktifan solenoid,



Dengan label yang sama, kedua bagian solenoid tersebut akan terhubung. Jadi saat Solenoid pada bagian rangkaian kontrol teraktuasi atau teraliri arus maka otomatis solenoid pada KKA akan teraktuasi atau bergeser.

f. Relay dan kontaktor.

Relay adalah suatu sakelar yang digerakkan secara elektromagnetik. Bila sumber tegangan diberikan pada kumparan solenoid, maka akan terbangkit suatu medan elektromagnetik yang mengakibatkan tertariknya armatur ke inti kumparan. Armature tersebut menggerakkan kontak relai apakah menutup atau membuka sesuai dengan perancangannya. Pegas akan mengembalikan armatur ke posisi semula jika arus listrik yang mengalir ke kumparan tidak ada.



Bentuk nyata dari relay festo seperti gambar dibawah ini:

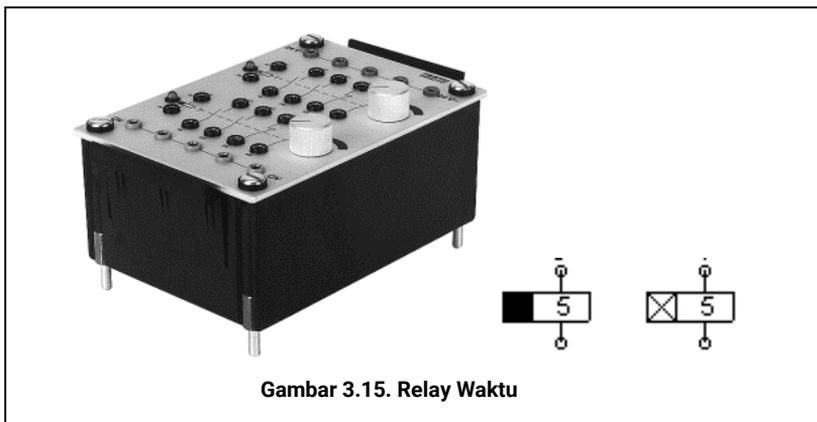


Kumpulan relay dapat menggerakkan satu atau lebih kontak. Disamping jenis relay yang digambarkan diatas, ada sakelar yang digerakkan secara elektromagnetik jenis lain, relay retentif, relay waktu dan kontaktor. Pada sistem kontak elektropneumatik, relay digunakan untuk fungsi-fungsi sebagai berikut :

- 1) Penggandaan sinyal.
- 2) Menunda dan mengkonversikan sinyal.
- 3) Menggabungkan informasi.
- 4) Mengisolasi rangkaian kontrol dari rangkaian utama.

Relay retentif untuk merespon sinyal impulse :

- 1) Armature akan mendapatkan energi bila diberikan sinyal impulse positif.
- 2) Armature akan kehilangan energi bila diberikan sinyal impulse negatif.
- 3) Ada dua macam relay waktu, penunda waktu ON (delay ON) dan penunda waktu OFF (delay OFF), armatur akan mendapatkan energi sesudah penundaan waktu yang diset, sebaliknya ditetapkan pada relay penunda waktu OFF (delay OFF).

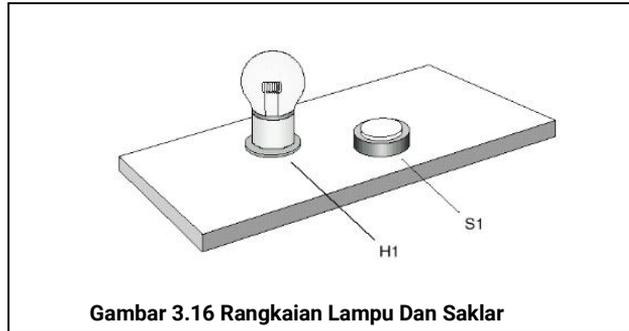


4. Desain Rangkain Dasar Elektropneumatik

a. Percobaan 1

1) Permasalahan

Sebuah LED akan menyala saat tombol ditekan dan akan tetap menyala selama tombol tertekan. LED akan mati saat tombol dilepas.

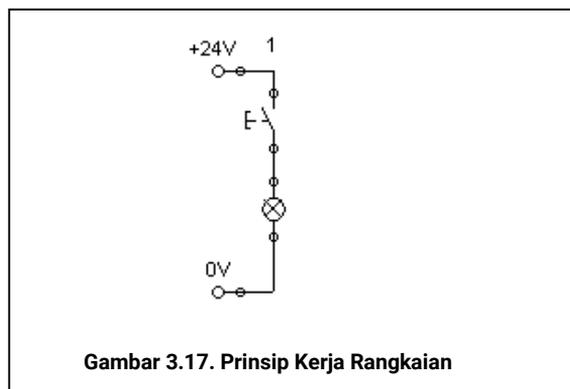


2) Pemecahan

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

- a) Unit daya 24v dan 0v sebagai sumber daya rangkaian untuk menyalakan LED
- b) Sakelar tekan N/O (normaly open) sebagai tombol kendali LED
- c) Indikator LED sebagai output
- d) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro

3) Prinsip Kerja Rangkaian

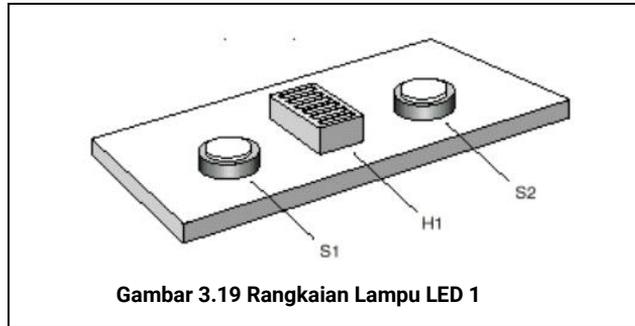


Saat tombol ditekan maka LED akan menyala. LED akan tetap menyala selama tombol terus ditekan dan akan mati saat tombol dilepas.

b. Percobaan 2

1) Permasalahan

Sebuah LED dioperasikan oleh 2 buah sakelar. Jika sakelar 1 ditekan maka LED akan menyala dan saat dilepas LED akan mati. Jika sakelar 2 ditekan maka LED akan menyala dan saat dilepas LED akan mati, jika kedua sakelar ditekan maka LED akan menyala juga.

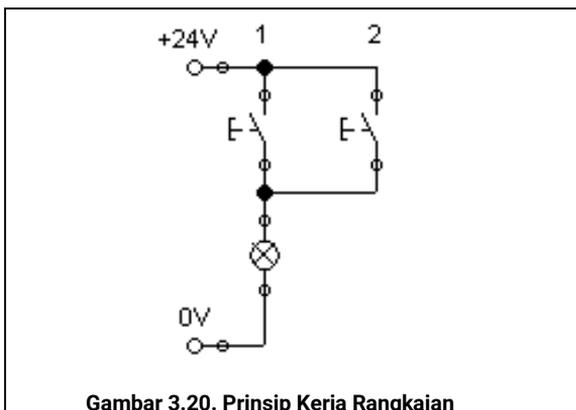


Gambar 3.19 Rangkaian Lampu LED 1

2) Pemecahan

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

- a) Unit daya 24v dan 0v sebagai sumber daya rangkaian untuk menyalakan LED
 - b) 2 buah Sakelar tekan N/O (normaly open) sebagai tombol kendali
 - c) Indikator LED sebagai output
 - d) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro
- 3) Prinsip Kerja Rangkaian



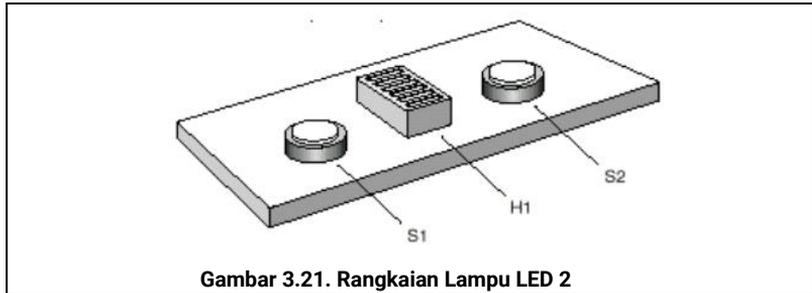
Gambar 3.20. Prinsip Kerja Rangkaian

Rangkaian dibuat dengan logika OR, dengan menghubungkan 2 buah sakelar secara paralel. Maka 2 buah sakelar bekerja dengan kondisi sama.

c. Percobaan 3

1) Permasalahan

Sebuah LED dioperasikan oleh 2 buah sakelar. Jika sakelar 1 ditekan maka LED tidak akan menyala. Jika sakelar 2 ditekan maka LED tetap tidak akan menyala. Jika kedua sakelar ditekan bersamaan maka LED akan menyala. Jika salah satu dilepas atau keduanya maka LED akan mati.

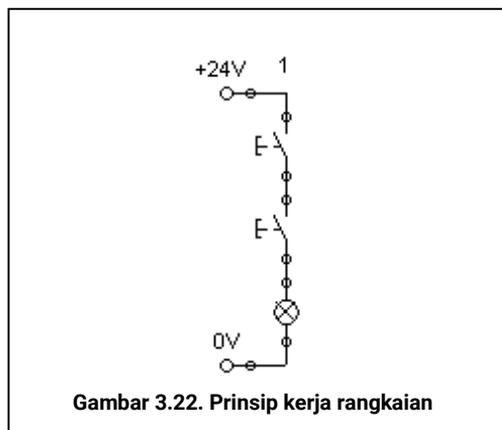


2) Pemecahan

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

- a) Unit daya 24v dan 0v sebagai sumber daya rangkaian untuk menyalakan LED
- b) 2 buah Sakelar tekan N/O (normaly open) sebagai tombol kendali
- c) Indikator LED sebagai output
- d) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro

3) Prinsip Kerja Rangkaian



Rangkaian dibuat dengan logika AND, dengan menghubungkan 2 buah sakelar secara seri. Maka 2 buah sakelar bekerja dengan bersamaan untuk menyalakan LED.

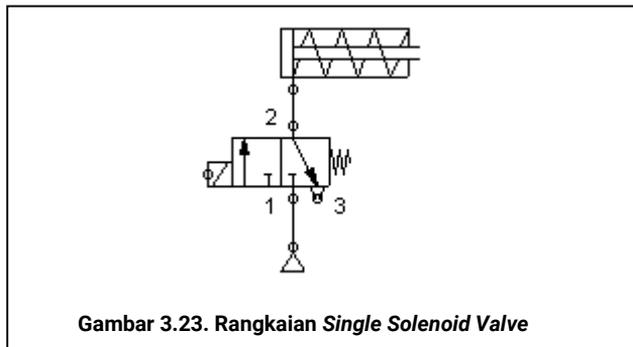
5. Kontrol Langsung dan Tidak Langsung pada Elektro Pneumatik

a. Pengertian

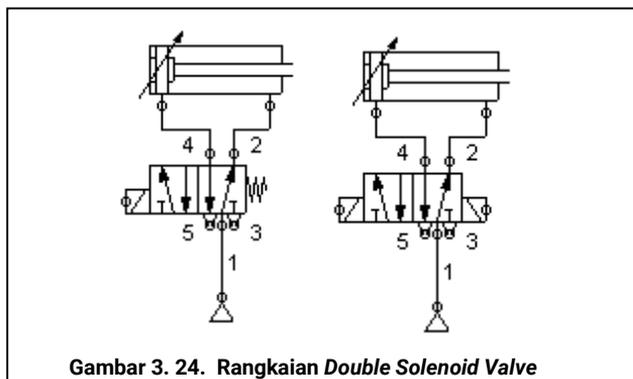
Pada elektropneumatik juga terdapat kontrol langsung. Kontrol langsung pada elektropneumatik tidak berbeda dengan kontrol langsung pneumatik, karena kontrol langsung elektropneumatik adalah kontrol yang memberi perintah langsung pada solenoid valve. Perintah inilah yang akan menyebabkan silinder maju ataupun mundur. Kontrol langsung pada elektropneumatik hanya dipilih jika:

- 1) Jarak inputan dan solenoid valve dekat
- 2) Inputan dan solenoid valve bekerja pada tegangan dan jenis yang sama

Menggerakkan silinder adalah salah satu pertimbangan yang penting dalam pengembangan solusi dari sistem kontrol. Pemilihan komponen yang digunakan akan lebih meningkatkan efisiensi biaya dan waktu. Komponen pneumatik yang digunakan dalam rangkain elektropneumatik umumnya sama, hanya berbeda dalam penggunaan *singel* atau *double solenoid valve*.



Gambar 3.23. Rangkaian *Single Solenoid Valve*



Gambar 3. 24. Rangkaian *Double Solenoid Valve*

b. Kontrol Langsung Silinder Kerja Tunggal

1) Permasalahan

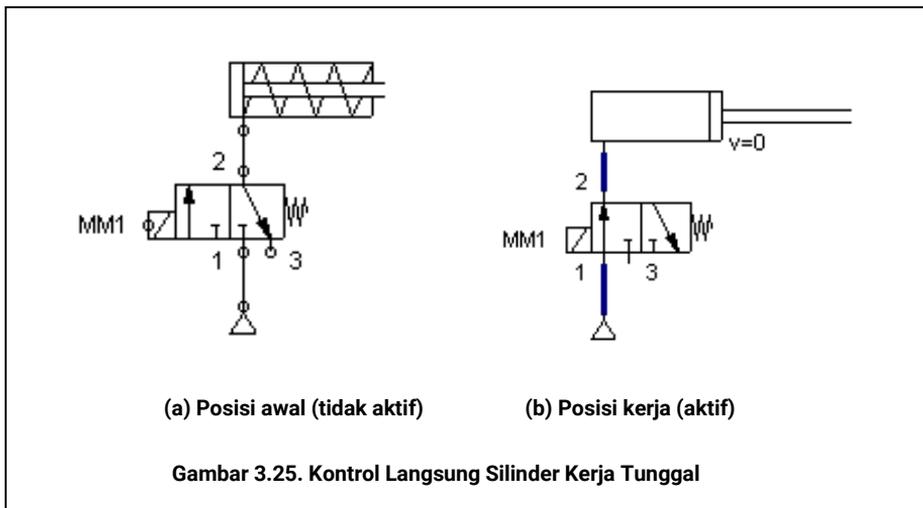
Kontrol langsung dipergunakan untuk menggerakkan silinder kerja tunggal maju mundur sesuai dengan perintah tombol tekan. Aliran sinyal tombol tekan langsung mengaktuasi kumparan pada solenoid valve dan menggerakkan silinder untuk bergerak maju. Jika sinyal dari tombol tekan dihilangkan maka kumparan solenoid akan berhenti teraktuasi dan menyebabkan silinder mundur secara otomatis. Rangkaian menggunakan solenoid tunggal.

2) Pemecahan

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

- a) Unit daya 24v dan 0v sebagai sumber daya rangkaian dan Udara bertekanan
- b) 1 buah Sakelar tekan N/O (normaly open) sebagai tombol kendali
- c) 1 buah KKA 3/2 dengan singel solenoid valve dan aktuasi pegas untuk kembali
- d) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro
- e) Silinder kerja tunggal

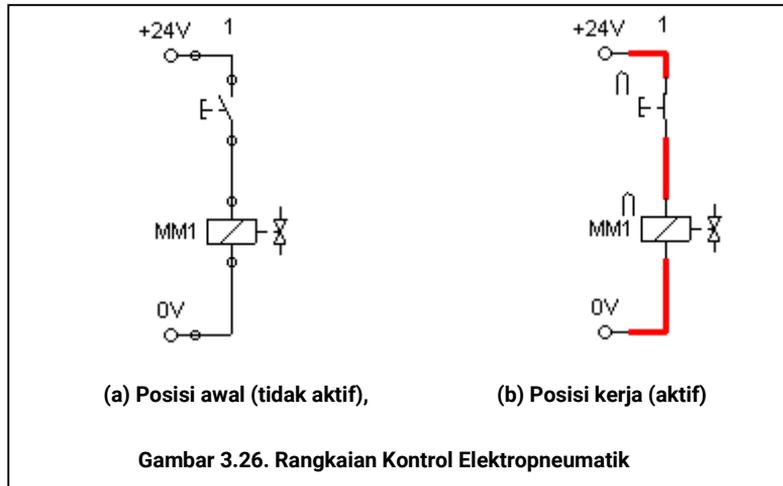
3) Prinsip Kerja Rangkaian



Rangkaian utama pneumatik menggunakan KKA 3/2 sebagai elemen kontrol. KKA 3/2 yang digunakan mempunyai aktuasi solenoid valve disebelah kiri dan pegas disebelah kanan. Jadi untuk menggerakkan silinder harus ada sinyal yang masuk pada solenoid valve agar KKA 3/2 bergeser ke kiri mendorong pegas dan membuat silinder maju. Untuk kembali tinggal

melepas sinyal masukan pada solenoid valve dan pegas akan mendorong secara otomatis posisi KKA 3/2 dan akhirnya silinder bergerak mundur.

Rangkaian kontrol elektropneumatik menggunakan 1 buah sakelar tekan dan 1 buah solenoid valve yang terhubung dengan KKA 3/2. Dengan nama label yang sama yaitu MM1.



a) Posisi Awal

Posisi awal didefinisikan sebagai posisi istirahat dari sistem. Semua bagian terhubung dan tombol tidak ditekan oleh operator. Sistem tidak teraliri arus listrik. Posisi solenoid tidak teraktuasi, silinder kerja dalam keadaan awal yaitu di posisi mundur.

b) Tombol ditekan

Menekan tombol tekan berarti memindahkan posisi katup 3/2, melawan pegas katup. Saat tombol ditekan maka aliran listrik akan masuk kedalam kumparan solenoid valve dan menyebabkan medan magnet yang membuat KKA 3/2 bergeser. Pergeseran KKA 3/2 membuat silinder bergerak maju.

c) Tombol dilepas

Segera setelah tombol tekan dilepas maka aliran listrik yang menuju solenoid valve terputus dan menyebabkan medan magnet yang terjadi menghilang. Hilangnya medan magnet pada solenoid valve menyebabkan terdorongnya KKA 3/2 kembali keposisi semula oleh pegas dan menyebabkan pergerakan mundur pada silinder.

Jika sesaat setelah tombol tekan ditekan dan silinder baru mulai bergerak maju (belum mencapai maksimal) dan kemudian tombol dilepas. Silinder akan langsung bergerak mundur karena gaya pegas.

c. Kontrol Langsung Silinder Kerja Ganda

1) Permasalahan

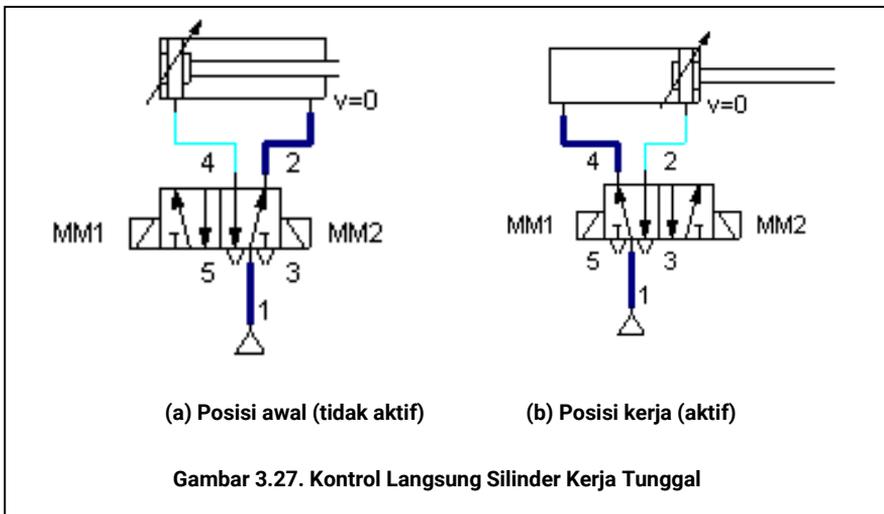
Kontrol langsung dipergunakan untuk menggerakkan silinder kerja ganda maju mundur sesuai dengan perintah tombol tekan. Aliran sinyal tombol tekan langsung mengaktuasi kumparan pada solenoid valve dan menggerakkan silinder untuk bergerak maju. Jika sinyal dari tombol tekan dihilangkan maka kumparan solenoid akan berhenti teraktuasi tetapi silinder tetap dalam posisi sebelumnya. Saat tombol yang lainnya ditekan maka solenoid valve sebelah kanan akan teraktuasi dan menyebabkan pergeseran KKA 5/2. Pergeseran ini akan menyebabkan silinder mundur.

2) Pemecahan

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

- a) Unit daya 24v dan 0v sebagai sumber daya rangkaian dan Udara bertekanan
- b) 2 buah Sakelar tekan NO (normaly open) sebagai tombol kendali
- c) 1 buah KKA 5/2 dengan double solenoid valve
- d) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro
- e) Silinder kerja ganda

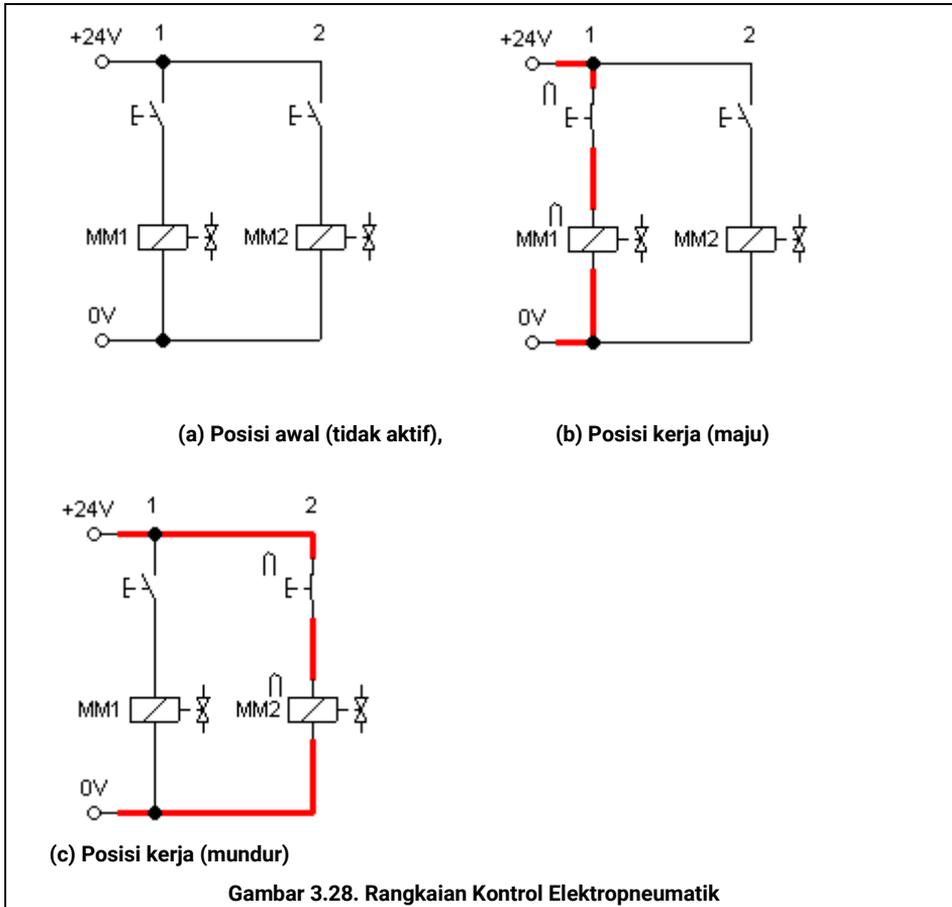
3) Prinsip Kerja Rangkaian



Rangkaian utama pneumatik menggunakan KKA 5/2 sebagai elemen kontrol. KKA 5/2 yang digunakan mempunyai aktuasi solenoid valve disebelah kiri dan disebelah kanan. Jadi untuk menggerakkan silinder harus ada sinyal yang masuk pada solenoid valve kiri agar KKA 5/2 bergeser ke kiri mendorong KKA 5/2 dan membuat silinder maju. Untuk kembali

harus ada sinyal yang mengaktuasi solenoid valve kanan agar KKA 5/2 bergeser dan akhirnya silinder bergerak mundur

Rangkaian kontrol elektropneumatik menggunakan 2 buah sakelar tekan dan 2 buah solenoid valve yang terhubung dengan KKA 5/2. Dengan nama label yang sama yaitu MM1 dan MM2.



a) Posisi Awal

Posisi awal didefinisikan sebagai posisi istirahat dari sistem. Semua bagian terhubung dan tombol tidak ditekan oleh operator. Sistem tidak teraliri arus listrik. Posisi solenoid tidak teraktuasi, silinder kerja dalam keadaan awal yaitu di posisi mundur.

b) Tombol ditekan

Menekan tombol tekan berarti memindahkan posisi katup 5/2. Saat tombol ditekan maka aliran listrik akan masuk kedalam kumparan solenoid valve dan menyebabkan medan magnet yang membuat KKA 5/2 bergeser. Pergeseran KKA 5/2 membuat silinder

bergerak maju atau mundur. Pergerakan silinder tergantung tombol terakhir yang ditekan.

Jika kedua tombol ditekan maka akan terjadi bentrokan pada KKA 5/2. Kemungkinan yang akan terjadi adalah posisi akan tetap tidak akan berubah sesuai posisi terakhir.

c) Tombol dilepas

Segera setelah tombol tekan dilepas maka aliran listrik yang menuju solenoid valve terputus tetapi tidak akan menyebabkan pergerakan KKA 5/2. Karena KKA tidak akan bergeser dan menyebabkan pergerakan silinder jika tidak ada solenoid valve yang teraktuasi pada kedua sisi nya. Silinder akan tetap mempertahankan posisi terakhir.

d. Kontrol Tidak Langsung Silinder Kerja Tunggal

1) Permasalahan

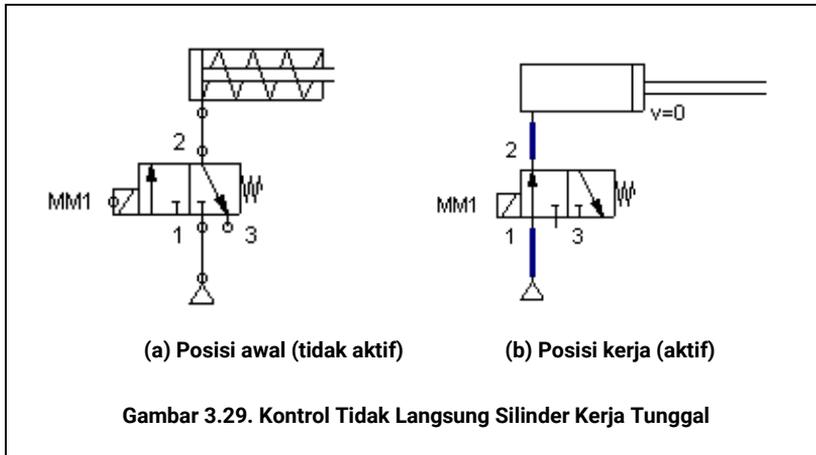
Kontrol tidak langsung dipergunakan untuk menggerakkan silinder kerja tunggal maju mundur sesuai dengan perintah tombol tekan. Aliran sinyal tombol tekan akan masuk kedalam relay sebelum dilanjutkan oleh kontak-kontak relay menuju solenoid valve. Aliran sinyal dari kontak relay langsung mengaktuasi kumparan pada solenoid valve dan menggerakkan silinder untuk bergerak maju. Jika sinyal dari tombol tekan dihilangkan aktuasi relay akan hilang dan sekaligus kumparan solenoid akan berhenti teraktuasi dan menyebabkan silinder mundur secara otomatis. Rangkaian mengguakan solenoid tunggal.

2) Pemecahan

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

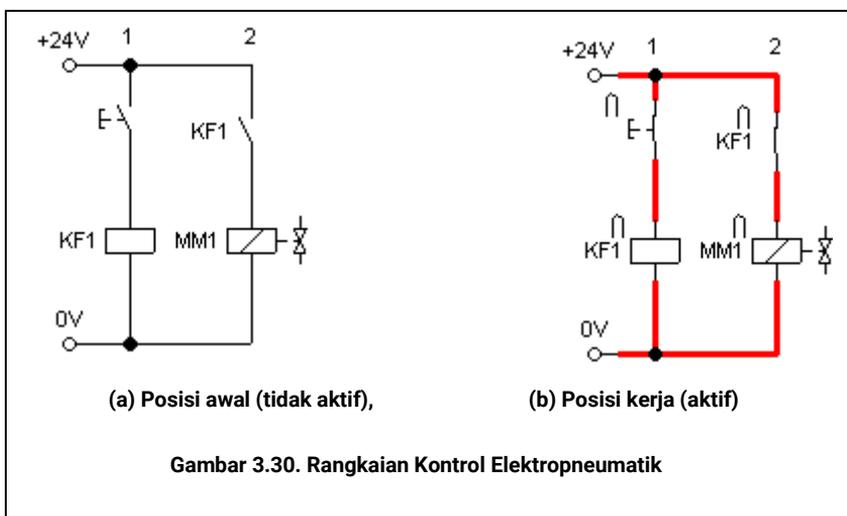
- a) Unit daya 24v dan 0v sebagai sumber daya rangkaian dan Udara bertekanan
- b) 1 buah Sakelar tekan N/O (normaly open) sebagai tombol kendali
- c) 1 buah relay dan 1 buah kontak realy N/O(normaly open)
- d) 1 buah KKA 3/2 dengan singel solenoid valve dan aktuasi pegas untuk kembali
- e) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro
- f) Silinder kerja tunggal

3) Prinsip Kerja Rangkaian



Rangkaian utama pneumatik menggunakan KKA 3/2 sebagai elemen kontrol. KKA 3/2 yang digunakan mempunyai aktuasi solenoid valve disebelah kiri dan pegas disebelah kanan. Jadi untuk menggerakkan silinder harus ada sinyal yang masuk pada solenoid valve agar KKA 3/2 bergeser ke kiri mendorong pegas dan membuat silinder maju. Untuk kembali tinggal melepas sinyal masukan pada solenoid valve dan pegas akan mendorong secara otomatis posisi KKA 3/2 dan akhirnya silinder bergerak mundur

Rangkaian kontrol elektropneumatik menggunakan 1 buah sakelar tekan ,1 buah relay, 1 buah kontak relay N/O dan 1 buah solenoid valve yang terhubung dengan KKA 3/2. Dengan nama label yang sama yaitu MM1. Relay dan kontak relay dengan label KF1.



a) Posisi Awal

Posisi awal didefinisikan sebagai posisi istirahat dari sistem. Semua bagian terhubung dan tombol tidak ditekan oleh operator. Sistem tidak teraliri arus listrik. Posisi solenoid tidak teraktuasi, silinder kerja dalam keadaan awal yaitu di posisi mundur.

b) Tombol ditekan

Menekan tombol tekan berarti memindahkan posisi katup 3/2, melawan pegas katup. Saat tombol ditekan maka aliran listrik akan masuk kedalam kumparan Relay. Saat relay teraktuasi maka kontak-kontak relay akan berubah posisi yang awalnya N/O akan menjadi N/C dan sebaliknya. Karena kontak relay N/O terhubung dengan solenoid valve maka saat relay teraktuasi secara otomatis aliran listrik juga akan mengalir melalui kontak relay menuju solenoid valve dan menyebabkan medan magnet yang membuat KKA 3/2 bergeser. Pergeseran KKA 3/2 membuat silinder bergerak maju.

c) Tombol dilepas

Segera setelah tombol tekan dilepas maka aliran listrik yang menuju relay terputus dan kontak relay yang berubah menjadi N/C akan kembali menjadi N/O. Perubahan tersebut menyebabkan aliran listrik pada solenoid valve terputus dan menyebabkan medan magnet yang terjadi menghilang. Hilangnya medan magnet pada solenoid valve menyebabkan terdorongnya KKA 3/2 kembali keposisi semula oleh pegas dan menyebabkan pergerakan mundur pada silinder.

Jika sesaat setelah tombol tekan ditekan dan silinder baru mulai bergerak maju (belum mencapai maksimal) dan kemudian tombol dilepas. Silinder akan langsung bergerak mundur karena gaya pegas.

e. Kontrol Tidak Langsung Silinder Kerja Ganda

1) Permasalahan

Kontrol tidak langsung dipergunakan untuk menggerakkan silinder kerja ganda maju mundur sesuai dengan perintah tombol tekan. Aliran sinyal tombol tekan tidak langsung mengaktuasi kumparan pada solenoid valve tetapi melewati relay. kontak-kontak relay yang akan menghubungkan aliran listrik ke solenoid valve dan menggerakkan silinder untuk bergerak maju. Jika sinyal dari tombol tekan dihilangkan maka kumparan pada relay akan berhenti teraktuasi. Kontak relay akan berubah dan menyebabkan solenoid valve akan berhenti teraktuasi tetapi silinder tetap dalam posisi sebelumnya. Saat tombol yang lainnya ditekan maka relay akan teraktuasi, kontak relay akan mengaktuasi solenoid valve sebelah

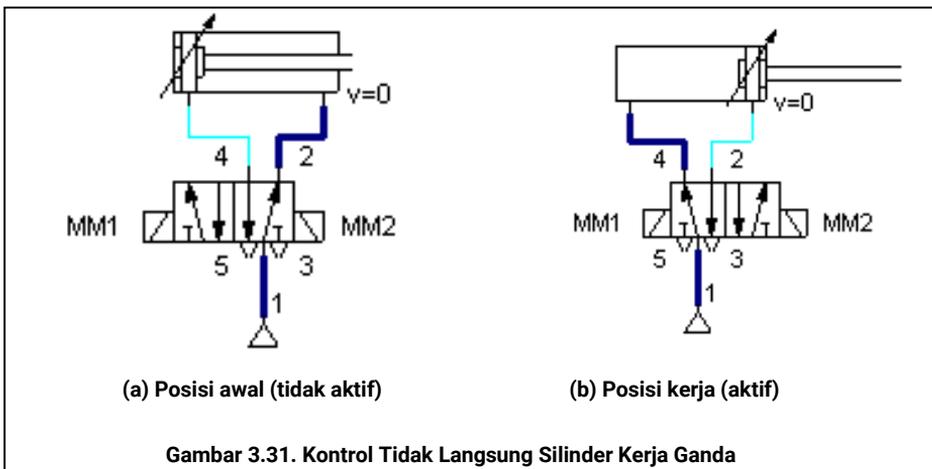
kanan dan menyebabkan pergeseran KKA 5/2. Pergeseran ini akan menyebabkan silinder mundur.

2) Pemecahan

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

- a) Unit daya 24v dan 0v sebagai sumber daya rangkaian dan Udara bertekanan
- b) 2 buah Sakelar tekan N/O (normaly open) sebagai tombol kendali
- c) 2 buah relay dan 2 buah kontak relay N/O (normaly open)
- d) 1 buah KKA 5/2 dengan double solenoid valve
- e) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro
- f) Silinder kerja ganda

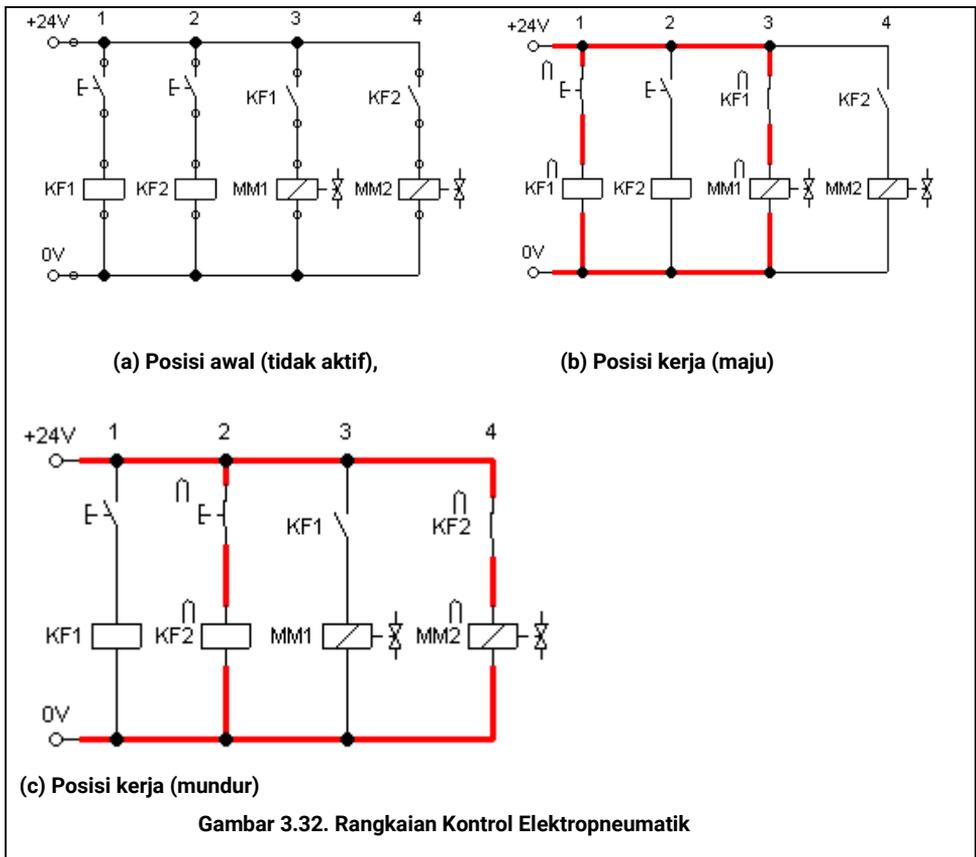
3) Prinsip Kerja Rangkaian



Rangkaian utama pneumatik menggunakan KKA 5/2 sebagai elemen kontrol. KKA 5/2 yang digunakan mempunyai aktuasi solenoid valve disebelah kiri dan disebelah kanan. Jadi untuk menggerakkan silinder harus ada sinyal yang masuk pada solenoid valve kiri agar KKA 5/2 bergeser ke kiri mendorong KKA 5/2 dan membuat silinder maju. Untuk kembali harus ada sinyal yang mengaktuasi solenoid valve kanan agar KKA 5/2 bergeser dan akhirnya silinder bergerak mundur

Rangkaian kontrol elektropneumatik menggunakan 2 buah sakelar tekan, 2 buah relay, 2 buah kontak relay dan 2 buah solenoid valve yang terhubung dengan KKA 5/2. Dengan

nama label yang sama yaitu MM1 dan MM2 pada solenoid valve. Relay dan kontak relay diberi nama KF1 dan KF2.



- Posisi Awal

Posisi awal didefinisikan sebagai posisi istirahat dari sistem. Semua bagian terhubung dan tombol tidak ditekan oleh operator. Sistem tidak teraliri arus listrik. Relay tidak teraktuasi. Posisi solenoid tidak teraktuasi, silinder kerja dalam keadaan awal yaitu di posisi mundur.

- Tombol ditekan

Menekan tombol tekan berarti memindahkan posisi katup 5/2. Saat tombol ditekan maka aliran listrik akan mengalir ke kumparan Relay. Kontak-kontak pada relay akan berubah posisi, yang awalnya N/O menjadi N/C dan sebaliknya. Karena kontak Relay yang dihubungkan solenoid valve adalah N/O, maka saat relay teraktuasi aliran listrik akan mengalir melalui kontak relay masuk ke dalam kumparan solenoid valve dan menyebabkan medan magnet yang membuat KKA 5/2 bergeser. Pergeseran KKA 5/2

membuat silinder bergerak maju atau mundur. Pergerakan silinder tergantung tombol terakhir yang ditekan.

Jika kedua tombol ditekan maka akan terjadi bentrokan pada KKA 5/2. Kemungkinan yang akan terjadi adalah posisi akan tetap tidak akan berubah sesuai posisi terakhir.

- Tombol dilepas

Segera setelah tombol tekan dilepas maka aliran listrik yang menuju solenoid valve terputus tetapi tidak akan menyebabkan pergerakan KKA 5/2. Karena KKA tidak akan bergeser dan menyebabkan pergerakan silinder jika tidak ada solenoid valve yang teraktuasi pada kedua sisi nya. Silinder akan mempertahankan posisi terakhirnya.

C. RANGKUMAN

Pengontrolan elektropneumatik mempunyai keuntungan berikut ini dibandingkan dengan kontrol pneumatik :

- Keandalan yang tinggi (lebih sedikit bagian yang bergerak sehingga dapat mengurangi tingkat keausan yang diakibatkan oleh pemakaian).
- Upaya instalasi lebih rendah, terutama ketika pengintalan komponen-komponen, seperti terminal-terminal katup yang digunakan.
- Perubahan informasi yang lebih mudah diantara beberapa kontroler
- Pengontrolan sistem lebih mudah dan dapat mengontrol sistem yang rumit yang tidak dapat dilakukan oleh pneumatik.

Pengontrolan-pengontrolan elektropneumatik telah diaplikasikan di Industri Modern dan aplikasi sistem kontrol pneumatik murni terbatas pada beberapa aplikasi khusus. Dalam sistem elektropneumatik juga terdapat kontrol langsung dan tidak langsung.

- Kontrol langsung adalah kontrol yang memberi perintah langsung pada Solenoid valve. Aliran sinyal dari tombol langsung diteruskan menuju solenoid valve. Karena sinyal yang diterima berasal dari tombol langsung, maka tegangan dan jenis listrik yang masuk sama.
- Kontrol tidak langsung adalah kontrol dimana perintah dari tombol tidak langsung menggerakkan solenoid valve tetapi melalui sebuah kontak Relay. Kontrol tidak langsung dapat digunakan untuk menjalankan silinder Dengan solenoid valve dengan tegangan dan jenis listrik berbeda. Contoh: menggerakkan motor 3 phase.

D. TES FORMATIF

1. Jelaskan perbedaan pneumatik dan elektropneumatik pada bagian media kerja dan media kontrol!.

.....
.....
.....

2. Sebutkan 3 bagian elemen kontrol yang berbeda antara pneumatik dan elektropneumatik!.

.....
.....
.....

3. Jelaskan pengertian tombol tekan dan sakelar tekan!.

.....
.....
.....

4. jelaskan secara singkat prinsip kerja relay!

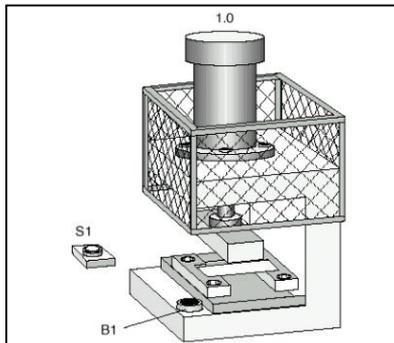
.....
.....
.....

5. Sebutkan 2 alasan kapan kita harus memilih menggunakan kontrol langsung!.

.....
.....
.....

6. Buatlah sebuah rangkaian kontrol tidak langsung silinder kerja tunggal yang akan bekerja seperti berikut:

Sebuah mesin press akan menekan benda kerja saat kondisi terpenuhi. Kondisi yang harus dipenuhi agar silinder maju dan menekan benda kerja adalah saat tombol tekan S1 ditekan dan tidak ada tangan yang terdeteksi oleh sensor B1. Sensor B1 digambarkan menjadi sebuah tombol tekan. Proses kembalinya silinder akan bergerak dengan sendirinya setelah kedua kondisi tidak terpenuhi.



.....

E. KUNCI JAWABAN

1. Jelaskan perbedaan pneumatik dan elektropneumatik pada bagian media kerja dan media kontrol!.

Pneumatik dan elektro pneumatik menggunakan media kerja yang sama yaitu udara bertekanan, tetapi berbeda pada media kontrol. pneumatik masih menggunakan udara bertekanan tapi elektropneumatik menggunakan sinyal-sinyal elektrik.

2. Sebutkan 3 bagian elemen kontrol yang berbeda antara pneumatik dan elektropneumatik!.
- Input sinyal
 - Pemroses
 - Output sinyal

3. Jelaskan pengertian tombol tekan dan sakelar tekan!
 - Tombol tekan adalah hanya dapat mempertahankan posisi yang ditentukan sepanjang sakelar tersebut telah diaktuasikan (ditekan).
 - Sakelar tekan adalah sakelar yang posisinya akan tetap, tidak berubah sampai pada posisi sakelar yang baru ditentukan.

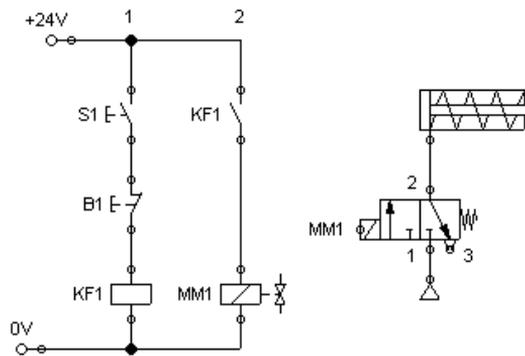
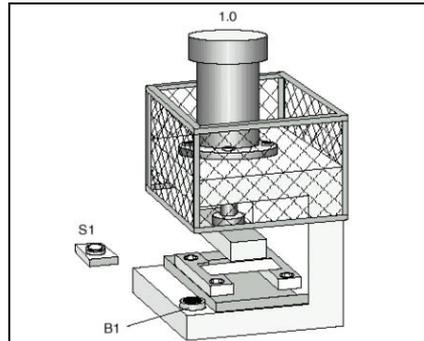
4. Jelaskan secara singkat prinsip kerja relay!

Bila sumber tegangan diberikan pada kumparan solenoid, maka akan terbangkit suatu medan elektromagnetik yang mengakibatkan tertariknya armatur ke inti kumparan. Armature tersebut menggerakkan kontak relai apakah menutup atau membuka sesuai dengan perancangannya

5. Sebutkan 2 alasan kapan kita harus memilih menggunakan kontrol langsung!
 - Jarak inputan dan solenoid valve dekat
 - Inputan dan solenoid valve bekerja pada tegangan dan jenis yang sama

6. Buatlah sebuah rangkaian kontrol tidak langsung silinder kerja tunggal yang akan bekerja seperti berikut:

Sebuah mesin press akan menekan benda kerja saat kondisi terpenuhi. Kondisi yang harus dipenuhi agar silinder maju dan menekan benda kerja adalah saat tombol tekan S1 ditekan dan tidak ada tangan yang terdeteksi oleh sensor B1. Sensor B1 digambarkan menjadi sebuah tombol tekan. Proses kembalinya silinder akan bergerak dengan sendirinya setelah kedua kondisi tidak terpenuhi.

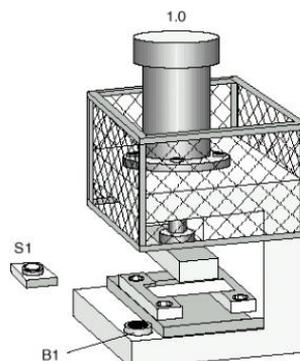


F. TUGAS

TUGAS 1

Permasalahan

Sebuah mesin press akan menekan benda kerja saat kondisi terpenuhi. Kondisi yang harus dipenuhi agar silinder maju dan menekan benda kerja adalah saat tombol tekan S1 ditekan dan tidak ada tangan yang terdeteksi oleh sensor B1. Sensor B1 digambarkan menjadi sebuah tombol tekan. Proses kembalinya silinder akan bergerak dengan sendirinya setelah kedua kondisi tidak terpenuhi.



Tugas :

Realisasikan kontrol langsung pada papan peraga.

- Rangkailah dengan menggunakan silinder kerja tunggal!
- Rangkailah dengan menggunakan silinder kerja ganda!

G. LEMBAR KERJA

Lembar kerja Latihan

1. Percobaan 1

a. Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		+24v	
2		0v	
3		S1	
4		H1	

- b. Pasang komponen-komponen pada lembar kerja fluidsimsim
- c. Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- d. Tekan fungsi Start pada fluidsimsim.
- e. Operasikan tombol S1 sesuai tabel berikut dan amati LED H1

No	Operasi	LED H1
1	Tombol S1 tidak ditekan	
2	Tombol S1 ditekan	
3	Tombol S1 sesaat	
4	Tombol S1 ditekan terus	

f. Tekan fungsi STOP pada Fluidsimsim.

2. Percobaan 2 (OR)

a. Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		+24v	
2		0v	
3		S1	

4		S2	
5		H1	

- b. Pasang komponen-komponen pada lembar kerja fluidsims
- c. Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- d. Tekan fungsi Start pada fluidsims.
- e. Operasikan tombol S1 dan S2 sesuai tabel berikut dan amati LED H1

No	Operasi	LED H1
1	Tombol S1 tidak ditekan dan S2 tidak ditekan	
2	Tombol S1 ditekan dan S2 tidak ditekan	
3	Tombol S1 tidak ditekan dan S2 ditekan	
4	Tombol S1 ditekan dan S2 ditekan	

- f. Tekan fungsi STOP pada Fluidsims.

3. Percobaan 3 (AND)

- a. Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		+24v	
2		0v	
3		S1	
4		S2	
5		H1	

- b. Pasang komponen-komponen pada lembar kerja fluidsims
- c. Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- d. Tekan fungsi Start pada fluidsims.
- e. Operasikan tombol S1 dan S2 sesuai tabel berikut dan amati LED H1

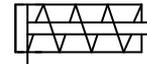
No	Operasi	LED H1
1	Tombol S1 tidak ditekan dan S2 tidak ditekan	
2	Tombol S1 ditekan dan S2 tidak ditekan	
3	Tombol S1 tidak ditekan dan S2 ditekan	
4	Tombol S1 ditekan dan S2 ditekan	

- f. Tekan fungsi STOP pada Fluidsims.

4. Kontrol Langsung Silinder Kerja Tunggal

Persiapan Pengoperasian

Sebelum mengoperasikan kontrol langsung Elektropneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian kontrol langsung silinder kerja tunggal perlu dilengkapi. Lengkapi gambar.



Pengoperasian Kontrol Langsung Silinder Kerja Tunggal

- a. Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		+24v	
2		0v	
3		S1	
4		MM1	
5		1V1	
6		1A	

- b. Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- c. Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.

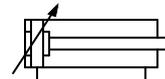
- d. Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- e. Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar. Dan cek kembali sambungan kabel, jangan terjadi konsleting.
- f. Switch on katup pada unit pelayanan udara dan unit power supply.
- g. Operasikan kontrol silinder kerja tunggal sebagai berikut :

No	Operasi	Posisi Silinder
1	Tombol S1 tidak ditekan	
2	Tombol S1 ditekan	
3	Tombol S1 ditekan sesaat	

- h. Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik. Switch -off unit power supply dan lepas kabel penghubung.
- i. Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen.

**5. Kontrol Tidak Langsung Silinder Kerja Ganda dengan double solenoid valve
Persiapan Pengoperasian**

Sebelum mengoperasikan kontrol Tidak langsung Elektropneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian kontrol tidak langsung silinder kerja Ganda perlu dilengkapi. Lengkapi gambar.



Pengoperasian Kontrol Langsung Silinder Kerja Tunggal

- a. Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		+24v	
2		0v	
3		S1	
4		S2	
5		KF1	
6		KF2	
7		MM1	
8		MM2	
9		1V1	
10		1A	

- b. Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- c. Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.
- d. Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- e. Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar. Dan cek kembali sambungan kabel, jangan terjadi konsleting.
- f. Switch on katup pada unit pelayanan udara dan unit power supply.
- g. Operasikan kontrol silinder kerja tunggal sebagai berikut :

No	Operasi	Posisi Silinder
1	Tombol S1 tidak ditekan dan S2 tidak ditekan	
2	Tombol S1 ditekan dan S2 tidak ditekan	
3	Tombol S1 ditekan dan S2 ditekan	
4	Tombol S1 tidak ditekan dan S2 ditekan	
5	Tombol S1 ditekan sesaat dan S2 tidak ditekan	

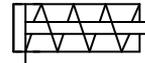
6	Tombol S1 tidak ditekan dan S2 ditekan sesaat	
---	---	--

- h. Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik. Switch -off unit power supply dan lepas kabel penghubung.
- i. Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen.

6. Lembar kerja Tugas no 6

Persiapan Pengoperasian

Sebelum mengoperasikan kontrol tidak langsung Elektropneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian kontrol tidak langsung silinder kerja tunggal perlu dilengkapi. Lengkapi gambar berikut sesuai perintah tugas no 6.



Pengoperasian Kontrol Tidak Langsung Silinder

- a. Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		+24v	
2		0v	
3		S1	
4		B1	
5		KF1	

6		MM1	
7		1V1	
8		1A	

- b. Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- c. Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.
- d. Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- e. Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar. Dan cek kembali sambungan kabel, jangan terjadi konsleting.
- f. Switch on katup pada unit pelayanan udara dan unit power supply.
- g. Operasikan kontrol silinder kerja tunggal sebagai berikut :

No	Operasi	Posisi Silinder
1	Tombol S1 tidak ditekan dan B1 tidak ditekan	
2	Tombol S1 ditekan dan B1 tidak ditekan	
3	Tombol S1 tidak ditekan dan B1 ditekan	
4	Tombol S1 ditekan dan B1 ditekan	

- h. Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik. Switch -off unit power supply dan lepas kabel penghubung.
- i. Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen.

KEGIATAN BELAJAR 4: SAKELAR PEMBATAS (LIMIT SWITCH) DAN SENSOR

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Membedakan macam-macam kontak listrik
2. Membedakan macam-macam sakelar kerja mekanik dan kerja manual
3. Menentukan prosedur penyambungan sakelar pembatas dengan benar
4. Memahami cara kerja sensor pada elektropneumatik
5. Menentukan prosedur penyambungan sensor dengan benar

B. MATERI PEMBELAJARAN

1. Pendahuluan

Sistem otomatisasi saat ini adalah merupakan suatu sistem yang banyak diriset dan dibuat oleh manusia, hal ini disebabkan adalah karena sifat manusia yang ingin selalu mudah dalam menjalankan aktifitas kehidupan sehari-harinya. Hingga saat ini telah banyak sistem otomatisasi yang telah dibuat, mulai dari sistem otomatisasi pembuka pintu, pompa air, kontrol mesin dalam industri, dalam otomotif dan masih banyak lagi lainnya yang tidak mungkin disebutkan satu persatu disini. Komponen yang terdapat di Elektropneumatik juga mendukung hal tersebut. Dalam hal otomatisasi komponen pneumatik menyuguhkan beberapa komponen, dari yang bekerja secara mekanik (sakelar pembatas) dan secara otomatis (sensor). Sebelum kita bahas kedua komponen tersebut, kita pelajari tentang macam-macam kontak dalam komponen elektropneumatik.

2. Macam-Macam Kontak Listrik

Berikut ini adalah simbol-simbol kontak listrik yang digunakan oleh sakelar pengendali dan sensor-sensor.

Tabel 4.1 Macam-Macam Simbol Kontak

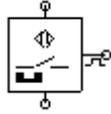
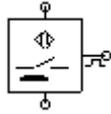
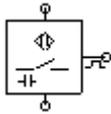
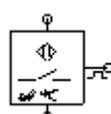
KOMPONEN	KETERANGAN	SIMBOL
Kontak N/O	Dalam keadaan normal kontak terbuka	
Kontak N/C	Dalam keadaan normal kontak tertutup	

Kontak Pemindah (tukar)	Dalam keadaan normal kontak berada pada posisi terakhir	
Kontak N/O teraktuasi	Bentuk kontak berubah menjadi N/C saat keadaan awal sudah teraktuasi	
Kontak N/C teraktuasi	Bentuk kontak berubah menjadi N/O saat keadaan awal sudah teraktuasi	

Tab 4.2. Macam-macam simbol kontak yang dioperasikan oleh tangan (manual)

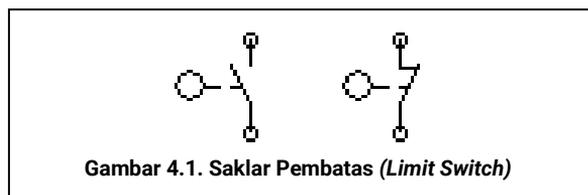
KOMPONEN	KETERANGAN	SIMBOL
Tombol tekan N/O	Ditekan kontak terhubung, dilepas kontak terbuka	
Tombol tekan N/C	Ditekan kontak terbuka, dilepas kontak terhubung	
Sakelar tekan dengan kontak N/O	Ditekan kontak terhubung, dilepas kontak tetap terhubung	
Sakelar tekan dengan kontak N/C	Ditekan kontak terbuka, dilepas kontak tetap terbuka	
Sakelar Pemindah	Ditekan kontak berpindah, dilepas tetap diposisi yang sebelumnya. Ditekan lagi baru berubah.	

Tabel 4.3. Macam-Macam Simbol Sensor

KOMPONEN	KETERANGAN	SIMBOL
Magnetic Proximity Sensor	Sensor akan bekerja bila ada magnet dekat dengan sensor tersebut	
Inductive Proximity Sensor	Sensor akan bekerja bila ada logam dekat sensor tersebut dengan jarak tertentu	
Capasitif Proximity Sensor	Sensor akan bekerja bila ada benda logam maupun non-logam dekat sensor tersebut dengan jarak tertentu	
Optic Proximity Sensor	Sensor akan bekerja bila ada benda mengganggu jalanya sinar sensor tersebut	

3. Pengertian Saklar Pembatas (Limit Switch)

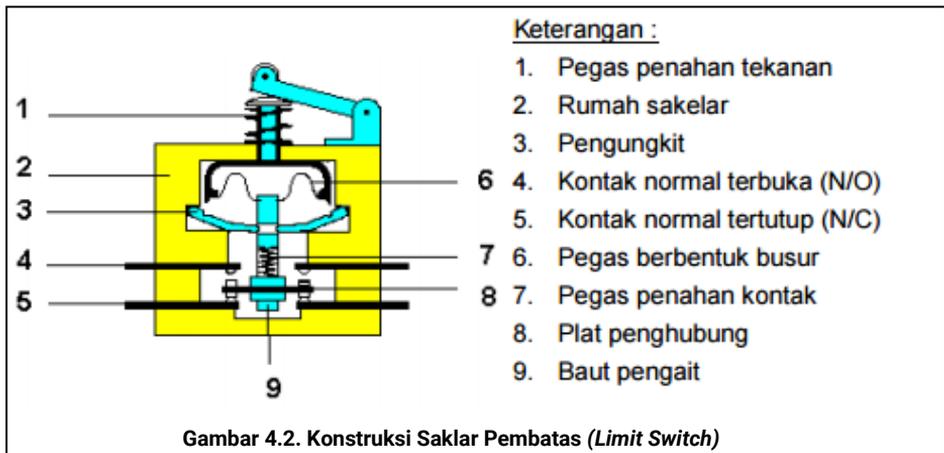
Kontak listrik sakelar pembatas secara mekanik dihubungkan atau diputuskan oleh gaya dari luar (dioperasikan oleh mekanik). Sakelar pembatas umumnya bekerja dengan sentuhan mekanik aktuator. Sakelar pembatas mempunyai umur kontak sampai mencapai kira-kira 10 juta periode pensakelaran. Kemampuan tegangan dan arus listrik tergantung dari desainnya. Jika sakelar pembatas dipakai untuk kerja penghitungan, kekuatan kontak-hubung perlu diperhitungkan. Waktu hubung yang diperlukan secara mekanik berkisar antara 1 sampai 15 milidetik. Simbol sakelar pembatas adalah sebagai berikut:



Komponen paling penting dari sakelar pembatas adalah kontak. Bahan kontak yang digunakan adalah emas-nikel, emas murni, perak, perak-cadmiumoksid, perak -palladium, perak-nikel

4. Konstruksi sakelar pembatas (limit switch)

Konstruksi sakelar pembatas sebagai berikut:



5. Prinsip Kerja sakelar pembatas (limit switch)

Cara kerja sakelar pembatas diperlihatkan seperti gambar Dalam keadaan tidak aktif (tuas rol tidak tertekan), kontak N/O dalam keadaan terbuka dan kontak N/C dalam keadaan tertutup. Jika rol tertekan dengan tekanan lebih besar daripada gaya pegas penahan tekanan (1), maka pengungkit (3) menarik plat penghubung kontak (8) ke atas sehingga kontak N/O terhubung dan kontak N/C terbuka. Bila tekanan pada rol hilang, pegas penahan tekanan (1) kembali ke posisi semula dan pegas penahan kontak (7) menekan plat penghubung kontak (8) ke bawah, akibatnya posisi kontak kembali seperti semula.

6. Pemasangan sakelar pembatas (limit switch)

Sakelar pembatas mempunyai komponen mekanik yang presisi, maka harus diperhatikan saat pemasangan:

- a. ketelitian pemasangan (celah yang tepat antara komponen penggerak / tuas rol dan obyek)
- b. kekerasan sambungan pemasangan,
- c. pemasangan dengan arah yang tepat (kira-kira penggerak dari sisi atau depan)



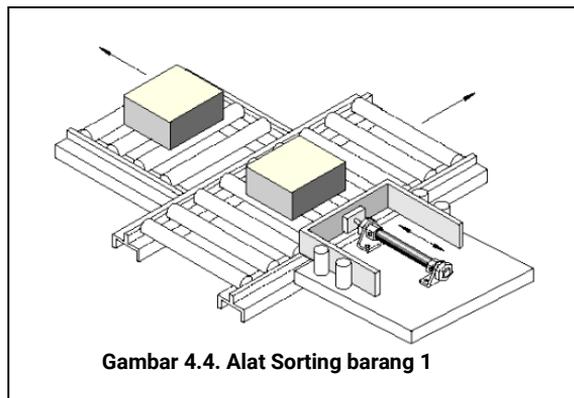
Gambar 4.3. Contoh Sakelar Pembatas pada MPS Distributing

7. Dasar rangkain sakelar pembatas (limit switch)

a. Percobaan 1

4) Permasalahan

Sebuah alat sorting barang yang terbuat dari silinder kerja ganda dikendalikan secara manual dengan tombol tekan. Saat S1 ditekan maka silinder akan bergerak maju. Saat S2 ditekan maka silinder akan bergerak mundur. Jika keduanya ditekan maka silinder akan diam mempertahankan posisi sebelumnya .(kontrol langsung)



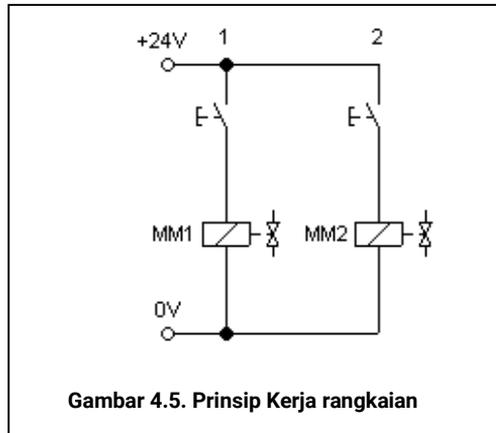
Gambar 4.4. Alat Sorting barang 1

5) Pemecahan

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

- e) Unit daya 24v, 0v dan udara bertekanan sebagai sumber daya rangkaian

- f) Sakelar tekan N/O (normaly open) sebagai S1 dan S2
 - g) Silinder kerja ganda dan KKA 5/2 dengan selenoid valve ganda
 - h) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro
- 6) Prinsip Kerja Rangkaian



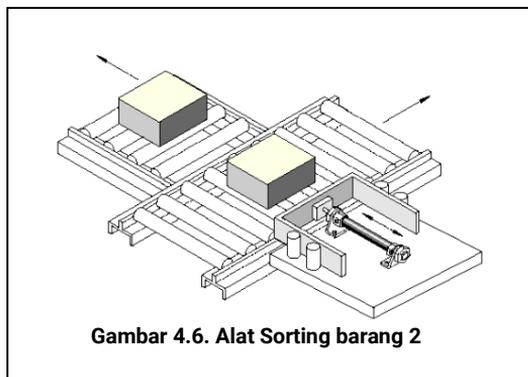
Gambar 4.5. Prinsip Kerja rangkaian

Rangkaian aktuatur menggunakan silinder kerja ganda dengan KKA 5/2 dengan selenoid valve ganda. Prinsip rangkaian elektro adalah saat tombol ditekan maka LED akan menyala. LED akan tetap menyala selama tombol terus ditekan dan akan mati saat tombol dilepas.

b. Percobaan 2

1) Permasalahan

Sebuah alat sorting barang yang terbuat dari silinder kerja ganda dikendalikan secara manual dengan tombol tekan. Saat S1 ditekan maka silinder akan bergerak maju. Saat mencapai maksimal silinder akan kembali dengan bergerak mundur. Terdapat sakelar pembatas A1 yang berada pada ujung silinder .(kontrol langsung)



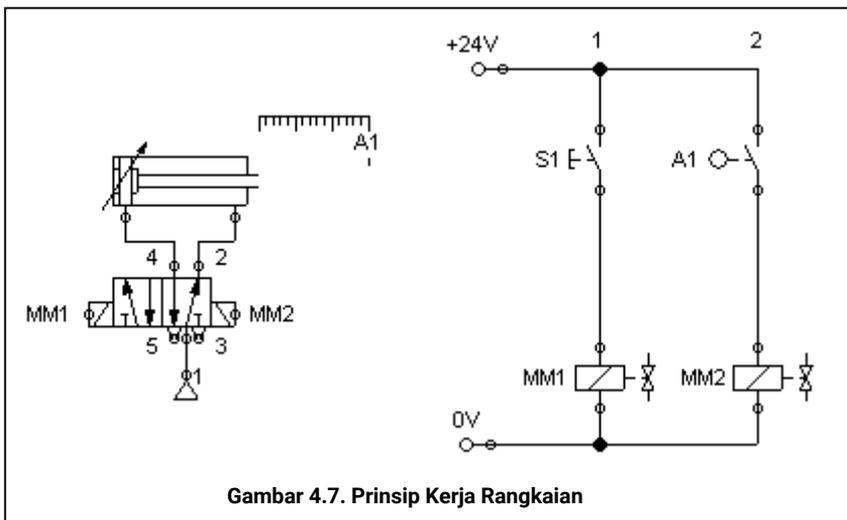
Gambar 4.6. Alat Sorting barang 2

2) Pemecahan

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

- a) Unit daya 24v, 0v dan udara bertekanan sebagai sumber daya rangkaian
- b) Sakelar tekan N/O (normaly open) sebagai S1
- c) Sakelar pembatas N/O (normaly open) sebagai A1
- d) Silinder kerja ganda dan KKA 5/2 dengan selenoid valve ganda
- e) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro

3) Prinsip Kerja Rangkaian



Rangkain aktuator dengan silinder kerja ganda dan KKA 5/2 dengan selenoid valve ganda. Yang berbeda dari rangkaian sebelumnya yaitu terdapat sakelar pembatas yang ditempatkan pada ujung silinder. Tempat sakelar pembatas diberi nama A1 dan ditempatkan pada posisi 100.

secara keseluruhan rangkaian elektronik ini sama seperti sistem sebelumnya yang bekerja secara manual. Hanya saja tombol tekan S2 kita ganti dengan sakelar pembatas dengan roll. Penggunaannya di software hanya tinggal kita memberi nama yang sama dengan penempatan sakelar pembatas yang berada pada ujung silinder yaitu A1. Maka saat S1 ditekan, silinder akan bergerak maju sampai mencapai maksimal. Dan saat berada pada posisi maksimal inilah, silinder secara mekanik mengaktifkan (mengaktuasi) saklar pembatas A1 sehingga mengalirkan arus listrik ke selenoid valve

MM2. Sehingga silinder akan bergerak mundur dengan sendirinya tanpa harus kita tekan lagi.

8. Pengertian Sensor

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala - gejala atau sinyal – sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Suatu peralatan yang memberitahukan kepada sistem kontrol tentang apa yang sebenarnya terjadi dinamakan sensor atau juga dikenal sebagai transduser. Sebagai contoh tubuh manusia mempunyai sistem sensor luar biasa yang memberitahukan kepada otak manusia secara terus menerus dengan gambar – gambar yang layak dan lengkap di sekitar lingkungan. Untuk sistem kontrol si pembuat harus memastikan parameter apa yang dibutuhkan untuk dimonitor sebagai contoh: posisi, temperatur, dan tekanan, kemudian tentukan sensor dan rangkaian data interface untuk melakukan pekerjaan ini. Sebagai contoh, kita ingin mengukur aliran cairan dalam suatu pipa dengan menggunakan flowmeter, atau kita ingin mengukur aliran secara tidak langsung dengan melihat seberapa lama cairan mengisi suatu tangki dengan ukuran tertentu. Kebanyakan sensor bekerja dengan mengubah beberapa parameter fisik seperti temperatur atau posisi ke dalam sinyal listrik. Ini sebabnya mengapa sensor juga dikenal sebagai transduser yaitu suatu peralatan yang mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Sensor dapat beroperasi baik dengan cara:

- a. sentuhan (kontak), misalnya limit switch, sensor gaya,
- b. tanpa sentuhan (kontak), misalnya hambatan cahaya, hambatan udara, detektor inframerah, sensor ultrasonik reflektif, sensor magnetik dll. Bahkan limit switch sederhana dapat diartikan sebagai sensor.

9. Sensor Binary dan Analog

a. Sensor Binary

Sensor biner adalah sensor yang mengubah besaran fisik menjadi sinyal biner, sebagian besar sinyal listrik dengan status "ON" atau "OFF". Contoh dari sensor binary adalah:

- 1) katup dengan rol, sensor proksimiti, sensor tekanan, sensor level, sensor temperature

b. Sensor Analog

Sensor analog adalah sensor yang mengubah besaran fisik menjadi sinyal analog, sebagian besar sinyal analog listrik seperti tegangan atau arus. Contoh sensor analog antara lain:

- 1) Sensor gaya, Sensor berat, Sensor tekanan, Sensor untuk torsi, Sensor aliran (untuk gas dan cairan), Throughput sensors (for solid materials), Filling level sensors , Sensors for temperature / other thermal values, Sensors for optical values, Sensors for electromagnetic values.

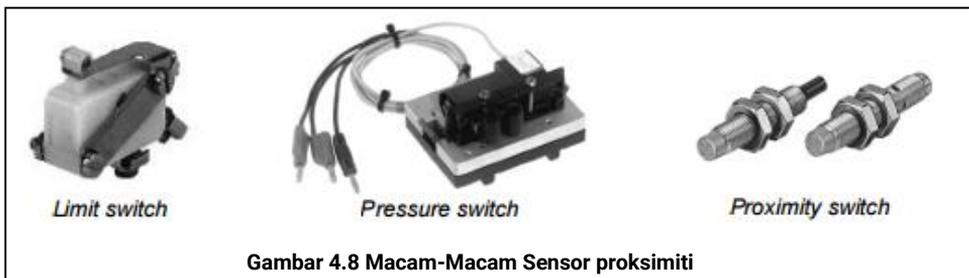
10. Fungsi Sensor Proksimiti

Untuk merekam informasi tentang status sistem dan meneruskannya ke kontrol, digunakan sensor. Sensor secara umum digunakan untuk tujuan seperti berikut ini:

- 1) Untuk mendeteksi posisi batang piston silinder,
- 2) Untuk mendeteksi benda kerja,
- 3) Untuk mengukur dan memonitor tekanan.

11. Macam-macam sensor proksimiti

Ada 3 macam sensor yang sering digunakan dalam kontrol listrik yaitu: limit switch, pressure switch dan proximity switch,



Sangat berbeda dengan limit switch, proximity switch beroperasi tanpa sentuhan (non contact switching) dan tanpa gaya mekanik dari luar. Ada beberapa macam proximity switch yaitu :

- a. Reed switch
- b. Induktive proximity switch
- c. Capacitive proximity switch
- d. Optical proximity switch

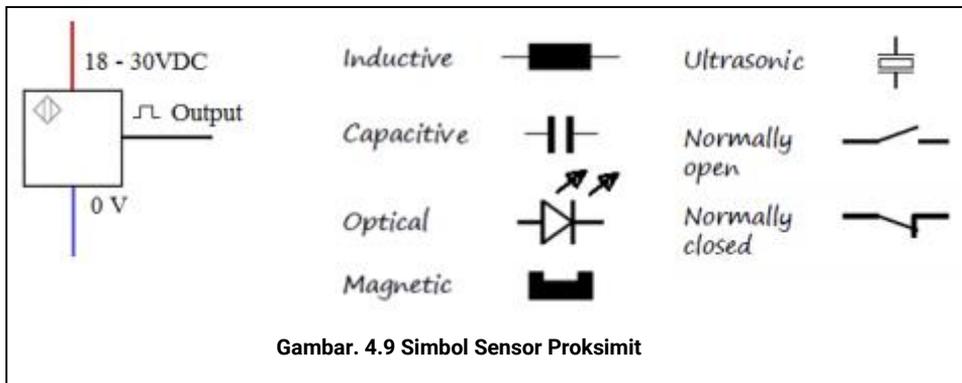
Keuntungan dari sensor proksimiti tanpa sentuhan adalah:

- a. penginderaan posisi geometris tepat dan otomatis

- b. penginderaan benda dan proses tanpa sentuhan; tidak ada sentuhan antara sensor dan benda kerja,
- c. karakteristik switching cepat; karena sinyal output dihasilkan secara elektronik, sensor yang bebas aus dan tidak membuat kesalahan pulsa.
- d. sensor elektronik tidak mempunyai bagian yang bergerak yang dapat membuat kontak berkarat,
- e. jumlah siklus switching tidak terbatas,
- f. tersedia untuk digunakan dalam kondisi berbahaya (misalnya daerah dengan bahaya ledakan).

12. Simbol sensor proksimiti

Untuk mengetahui jenis sensor proksimitinya dengan melihat tanda di dalam simbol tersebut. Tanda dari jenis sensor tersebut seperti berikut.



Gambar. 4.9 Simbol Sensor Proksimiti

Bila di dalam simbol sensor proksimiti terdapat tanda induktif maka jenis sensor tersebut adalah sensor proksimiti induktif. Identitas sensor proksimiti pada rangkaian listrik adalah : B (B1, B2, ...).

13. Kriteria Pemilihan Sensor Proksimiti

Salah satu fungsi sensor adalah mendeteksi benda kerja. Benda kerja terbuat dari logam mudah dideteksi dengan menggunakan sensor proksimiti induktif jika jarak sensorannya pendek yaitu berkisar antara 0,4 s.d 10 mm. Untuk jarak yang jauh lebih cocok dideteksi dengan sensor proksimiti optik jenis through-beam sensors. Sensor proksimiti kapasitif sesuai untuk mendeteksi semua benda baik logam maupun non logam tetapi dengan jarak yang relatif pendek seperti hanya sensor proksimiti induktif. Objek yang akan dideteksi oleh sensor proksimiti kapasitif harus dari volume minimum tertentu. Sensor

proksimiti ultrasonik dan optical diffuse reflective proximity sensors dapat mendeteksi berbagai bahan yang berbeda dengan jarak yang lebih besar. Namun, mendeteksi benda dengan permukaan miring dapat menimbulkan masalah. Kriteria lebih lanjut untuk pemilihan sensor proksimiti adalah kondisi obyek yang akan dideteksi, persyaratan instalasi untuk sensor proksimiti dan faktor lingkungan yang harus diperhitungkan. Setelah semua persyaratan ini telah ditetapkan, sensor proksimiti yang sesuai dapat dipilih dari berbagai produk alternatif yang ditawarkan.

a. Object material

Obyek material yang akan dideteksi dari bahan berpenghantar listrik (konduktor) atau tidak (isolasi). Obyek dengan bahan konduktor seperti:

- 1) Baja, Baja tahan karat (Stainless), Brass, Tembaga, Aluminium, Nikel, Chromium, Berlapis logam, bahan tidak menghantarkan listrik, tergantung pada spesifik ketebalan lapisan, Grafit

Obyek dengan bahan isolasi seperti:

- 1) Plastik, Kertas, Cardboard, kayu, Tekstil, Kaca

Sifat bahan isolasi:

- 1) Transparan atau non-transparan secara optik
- 2) Kemampuan refleksi optik dari permukaan (menyerap untuk memantulkan)
- 3) Homogen, non-homogen (misalnya material komposit)
- 4) Porous, berserat
- 5) Padat, cair, material lepas
- 6) Dielektrik konstan

Ukuran dan Bentuk:

- 1) Ukuran struktur obyek yang dideteksi dan mungkin diklasifikasi untuk bentuk standar, misalnya blok, silinder, bola, kerucut.

b. Kondisi untuk mendeteksi benda-benda

- 1) Sentuhan atau non-sentuhan,
- 2) Jarak antara sensor dan objek, mungkin dengan mempertimbangkan setiap toleransi yang mungkin terjadi dalam hal jarak, misalnya dalam kasus benda bergerak
- 3) Kecepatan dari objek atau waktu bergerak selama obyek ada atau downtime.
- 4) Tetap atau perubahan penginderaan, misalnya posisi obyek yang berbeda.
- 5) Jarak ke objek yang berdekatan, resolusi dari interogasi yang dibutuhkan.

- 6) Jenis latar belakang atau area di bawah.

c. Kondisi Instalasi

- 1) Tersedianya ruang kosong yang tersedia (jarak/volume) di sekitar daerah penginderaan.
- 2) Diperlukan jarak minimum antara beberapa sensor yang berdekatan.

d. Pertimbangan lingkungan

- 1) Suhu ruang
- 2) Pengaruh debu, kotoran, partikel, kelembaban, percikan air, jet air antara lain, melihat kelas perlindungan IP.
- 3) Pengaruh medan magnet atau listrik, misalnya dalam lingkungan pengelasan.
- 4) Pengaruh pancaran cahaya luar (pencahayaan yang khas dari ruangan).
- 5) Ruang dengan bahaya ledakan
- 6) Kebersihan lingkungan kamar
- 7) Kebutuhan ruang yang bersih atau steril untuk digunakan pada kemasan makanan atau dalam lingkungan medis.
- 8) Aplikasi dalam kondisi tekanan atau vakum tinggi.

e. Aplikasi keamanan

- 1) Aplikasi di daerah dengan bahaya ledakan
- 2) Aplikasi untuk tujuan pencegahan kecelakaan
- 3) Aplikasi dimana peningkatan langkah-langkah keamanan yang diperlukan terhadap kerusakan

f. Pilihan / fitur sensor proksimiti

- 1) Desain/tipe dengan spesifikasi ukuran
- 2) Suplai tegangan(DC, AC)
- 3) Jenis switch keluaran dan tipe pengaman rangkaian:
 - a) Keluaran positif (PNP output)
 - b) Keluaran negatif (NPN output)
 - c) Pengaman hubung singkat
 - d) Perlindungan polaritas terbalik
- 4) Sambungan : kabel atau konektor
- 5) Kelas perlindungan IEC 529, DIN 40050
- 6) Suhu lingkungan yang diijinkan selama operasi

- 7) Desain khusus tersedia DIN 19234 (NAMUR) atau desain aman ("perlindungan ledakan"), atau desain perlindungan kecelakaan
- 8) Arus beban maksimum
- 9) Jarak minimum antar sensor

14. Sambungan sensor

Induktive, capacitive dan optical proximity switch adalah termasuk sensor elektronik. Pada sensor ini tidak ada gerakan kontak. Output sensor secara listrik terhubung dengan tegangan suplai positif atau negatif. Proximity switch mempunyai 3 kabel:

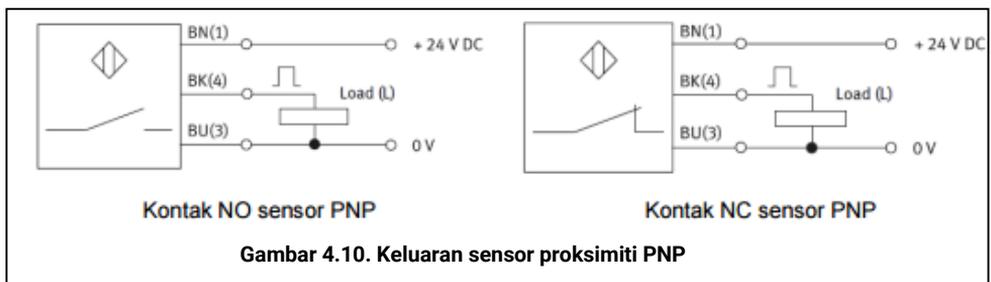
- a. Satu kabel untuk tegangan suplai positif,
- b. Satu kabel untuk tegangan suplai negatif,
- c. Satu kabel untuk sinyal atau output sakelar.

Ada dua jenis sensor tergantung dari polaritas tegangan outputnya yaitu :

- a. Sensor dengan keluaran tegangan positif (PNP) dan
- b. Sensor dengan keluaran tegangan negatif (NPN).

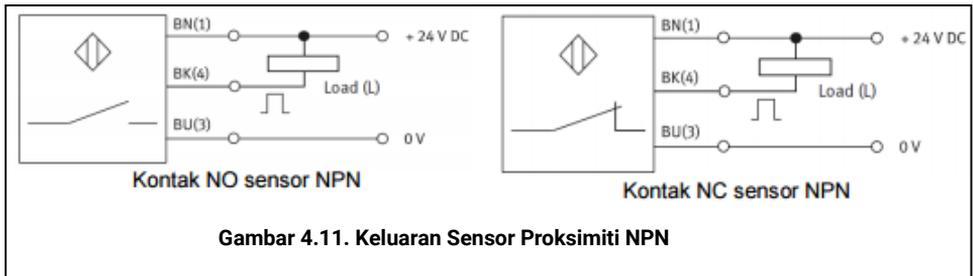
a. Sensor dengan keluaran tegangan positif (PNP)

Sensor proksimiti arus searah dengan keluaran PNP, terminal keluaran terhubung ke tegangan positif melalui switch. Ini berarti bahwa jika beban terhubung (display, relay, ...) ke sensor, maka satu sambungan harus terhubung ke keluaran sensor dan sambungan lain ke 0V. Sensor proksimiti PNP adalah sensor dengan switching positif. Keluaran sensor proksimiti PNP dapat berupa "kontak N/O" atau "kontak N/C"



b. Sensor dengan keluaran tegangan negatif (NPN)

Sensor proksimiti arus searah dengan keluaran NPN, terminal keluaran terhubung ke tegangan negatif melalui switch. Ini berarti bahwa jika beban terhubung (display, relay, ...) ke sensor, maka satu sambungan harus terhubung ke keluaran sensor dan sambungan lain ke terminal positif. Sensor proksimiti NPN adalah sensor dengan switching negatif. Sama seperti sensor PNP, keluaran sensor proksimiti NPN dapat berupa "kontak N/O" atau "kontak N/C"

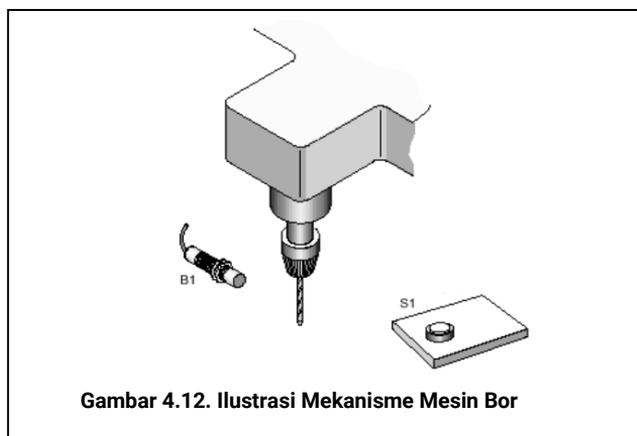


15. Desain Rangkaian Sensor proximity

1. Percobaan 3

1) Permasalahan

Sebuah alat bor yang dikendalikan oleh tombol tekan S1 dan sensor B1. Jika sensor mendeteksi adanya mata bor yang terpasang pada mesin. Maka bor dapat bekerja semestinya dengan menekan S1. Saat S1 ditekan dan ada mata bor yang terdeteksi maka bor akan turun (ditandai dengan silinder maju). Saat S1 dilepas maka silinder akan mundur. Jika saat S1 ditekan dan silinder maju terjadi kerusakan patah mata bor, mengakibatkan sensor B1 tidak mendeteksi lagi. Maka bor akan mundur dengan sendirinya (ditandai dengan silinder mundur). Gunakan silinder kerja tunggal dengan solenoid valve tunggal.



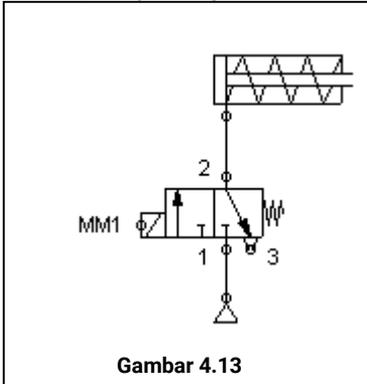
2) Pemecahan

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

- a) Unit daya 24v, 0v dan udara bertekanan sebagai sumber daya rangkaian

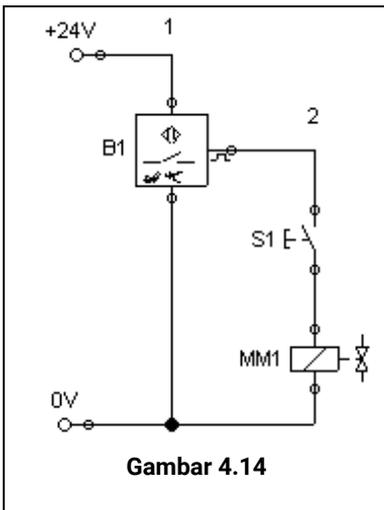
- b) Sakelar tekan N/O (normaly open) sebagai S1
- c) Sensor optic proximity (normaly open) sebagai B1
- d) Silinder kerja tunggal dan KKA 3/2 dengan selenoid valve tunggal
- e) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro

3) Prinsip Kerja Rangkaian



Gambar 4.13

Rangkain aktuator menggunakan silinder kerja tunggal dan KKA 3/2 dengan selenoid tunggal.



Gambar 4.14

Rangkaian elektronik menggunakan sensor optic proximity karena mata bor akan berada didepan sensor dengan jarak yang lumayan jauh dan benda sekitar kemungkinan besar adalah logam. Rangkain tersebut akan bekerja saat sensor mendeteksi mata bor dan mengalirkan arus listrik menuju S1. Saat S1 ditekan maka aliran sinyal akan diteruskan menuju selenoid valve.

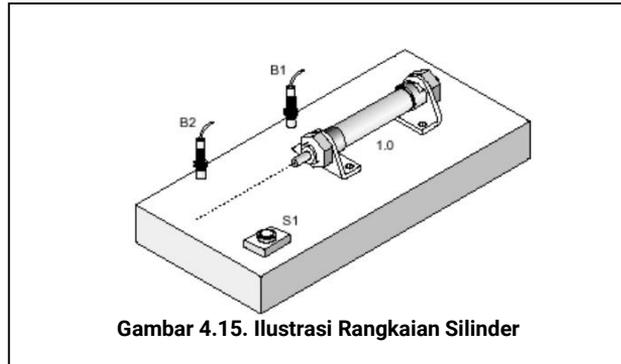
Gambar 4.13, 4.14. Prinsip kerja rangkaian

2. Percobaan 4

1) Permasalahan

Sebuah silinder dikontrol oleh tombol tekan S1. Tetapi pergerakan silinder dipantau oleh sensor B1 dan B2. B1 mendeteksi jika silinder berada pada posisi minimum. B2 mendeteksi silinder jika berada pada posisi maksimum. Kondisi yang harus terpenuhi untuk silinder bergerak maju adalah saat tombol tekan S1 ditekan dan B1 mendeteksi

silinder. Saat silinder maju dan mencapai maksimal, B2 akan mendeteksi. Saat B2 mendeteksi maka silinder akan bergerak mundur. Gunakan silinder kerja tunggal dan KKA 3/2 dengan selenoid ganda.

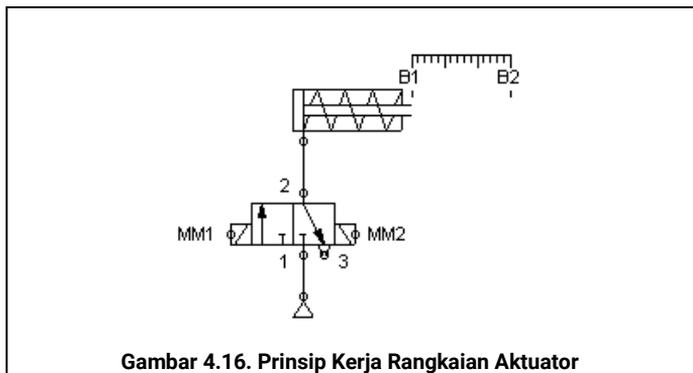


2) Pemecahan

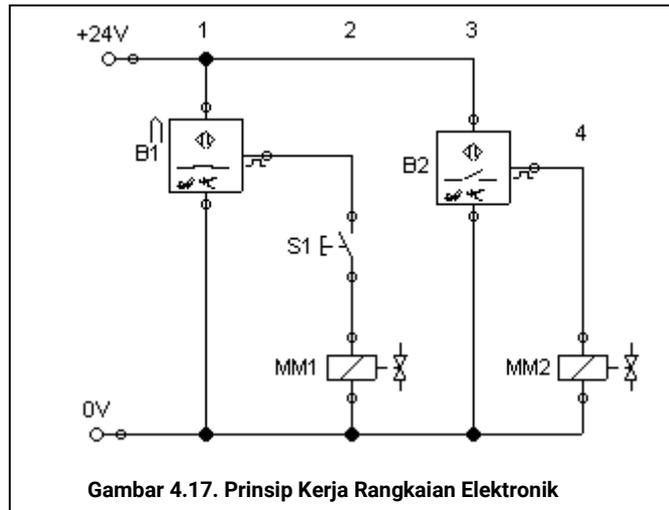
Untuk memecahkan masalah tersebut, diperlukan komponen rangkaian kontrol elektro sebagai berikut :

- a) Unit daya 24v, 0v dan udara bertekanan sebagai sumber daya rangkaian
- b) Sakelar tekan N/O (normaly open) sebagai S1
- c) Sensor optic proximity (normaly open) sebagai B1 dan B2
- d) Silinder kerja tunggal dan KKA 3/2 dengan selenoid valve ganda
- e) Kabel penghubung untuk merangkai sistem elektro

3) Prinsip Kerja Rangkaian



Rangkaian aktuator menggunakan silinder kerja tunggal dan KKA 3/2 dengan selenoid ganda. Posisi sensor B1 dan B2 di tempatkan pada posisi maksimal dan minimal pada silinder.



Rangkaian elektronik terdiri dari 2 buah sensor optic proximity, 1 buah tombol tekan S1 dan 2 buah selenoid valve. Cara kerja rangkaian adalah saat B1 mendeteksi adanya silinder pada posisi minimum maka akan mengirim sinyal pada S1. Saat S1 ditekan maka sinyal akan diteruskan menuju selenoid valve MM1. Dan terjadilah aktuasi pada selenoid valve MM1 menyebabkan silinder bergerak maju. Saat silinder maju mencapai maksimal. B2 akan mendeteksi dan mengirim sinyal ke MM2. Saat MM2 teraktuasi menyebabkan silinder bergerak mundur kembali.

C. RANGKUMAN

- Sakelar pembatas termasuk komponen listrik yang digerakkan melalui sentuhan dengan mekanik. Penempatannya harus presisi agar bekerja dengan optimal.
- Sensor proksimiti termasuk komponen listrik yang diaktifkan tanpa melalui sentuhan. Bekerjanya dengan cara didekati benda kerja baik itu benda logam atau non logam.

D. TES FORMATIF

1. sebutkan nama dan keterangan dari kontak dibawah ini



.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan secara singkat prinsip kerja sakelar pembatas N/C!

.....

.....

.....

.....

3. Jelaskan pengertian sensor!

.....

.....

.....

.....

4. Sebutkan 2 contoh dari sensor binary

.....

.....

.....

.....

5. Sebutkan 3 fungsi sensor proximity!

.....

.....

.....

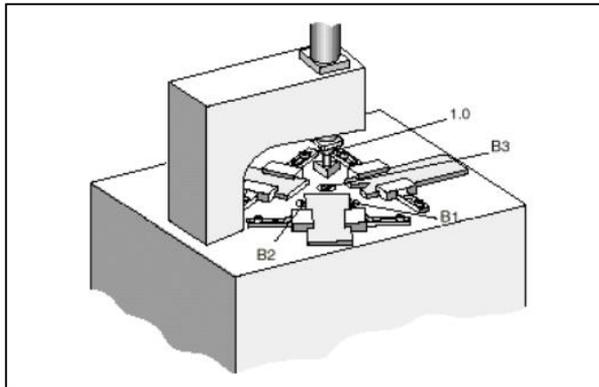
6. Pada sensor proximity terdapat 3 kabel, sebutkan untuk apa saja kabel tersebut!

.....

.....

.....

7. Sebuah alat stempel bekerja dengan 3 buah sensor. Benda akan di stempel jika 2 buah sensor aktif. Jika kurang atau lebih dari 2 maka mesin stempel tidak akan bekerja. Gunakan silinder kerja tunggal dengan selenoid valve tunggal.



.....

.....

.....

E. KUNCI JAWABAN

1. sebutkan nama dan keterangan dari kontak dibawah ini



- kontak N/O
- Sakelar tekan dengan kontak N/C
- kontak N/C teraktuasi

2. Jelaskan secara singkat prinsip kerja sakelar pembatas N/C!.

Dalam keadaan tidak aktif kontak N/C dalam keadaan tertutup. Jika rol tertekan maka pengungkit menarik plat penghubung kontak ke atas sehingga kontak N/C terbuka. Bila tekanan pada rol hilang, pegas penahan tekanan kembali ke posisi semula dan pegas penahan kontak menekan plat penghubung kontak ke bawah, akibatnya posisi kontak kembali seperti semula.

3. Jelaskan pengertian sensor!.

Suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala – gejala atau sinyal sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya

4. Sebutkan 2 contoh dari sensor binary

Katup dengan rol, sensor proksimiti, sensor tekanan, sensor level, sensor temperatur

5. Sebutkan 3 fungsi sensor proximity!

- Untuk mendeteksi posisi batang piston silinder,
- Untuk mendeteksi benda kerja,
- Untuk mengukur dan memonitor tekanan

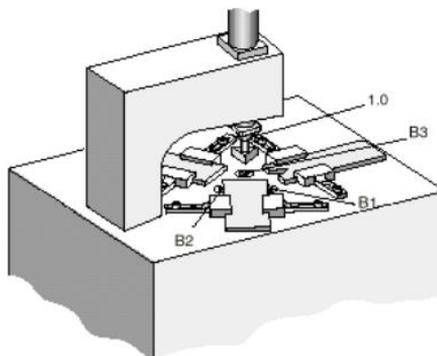
6. Pada sensor proximity terdapat 3 kabel, sebutkan untuk apa saja kabel tersebut!
- Satu kabel untuk tegangan suplai positif,
 Satu kabel untuk tegangan suplai negatif,
 Satu kabel untuk sinyal atau output sakelar

F. TUGAS

TUGAS 1

Permasalahan

1. Sebuah alat stempel bekerja dengan 3 buah sensor. Benda akan di stempel jika 2 buah sensor aktif. Jika kurang atau lebih dari 2 maka mesin stempel tidak akan bekerja. Gunakan silinder kerja tunggal dengan selenoid valve tunggal.



Tugas :

Realisasikan kontrol langsung pada papan peraga.

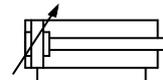
- Rangkailah dengan menggunakan silinder kerja tunggal!

G. LEMBAR KERJA

1. Percobaan 1

Persiapan Pengoperasian

Sebelum mengoperasikan Elektropneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian perlu dilengkapi sebelum merangkai pada papan peraga. Lengkapi gambar.



Pengoperasian

- a. Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		+24v	
2		0v	
3		S1	
4		S2	
5		MM1	
6		MM2	
7		1A	
8		1V1	

- b. Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- c. Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.

- d. Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- e. Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar. Dan cek kembali sambungan kabel, jangan terjadi konsleting.
- f. Switch on katup pada unit pelayanan udara dan unit power supply.
- g. Operasikan kontrol silinder kerja ganda sebagai berikut :

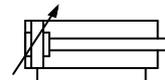
No	Operasi	Silinder
1	Tombol S1 tidak ditekan dan S2 tidak ditekan	
2	Tombol S1 ditekan dan S2 tidak ditekan	
3	Tombol S1 tidak ditekan dan S2 ditekan	
4	Tombol S1 ditekan dan S2 ditekan	

- h. Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik. Switch -off unit power supply dan lepas kabel penghubung.
- i. Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen..

2. Percobaan 2

Persiapan Pengoperasian

Sebelum mengoperasikan Elektropneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian perlu dilengkapi sebelum merangkai pada papan peraga. Lengkapi gambar.



Pengoperasian

- 1) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		+24v	
2		0v	
3		S1	
4		B1	
5		MM1	
6		MM2	
7		1A	
8		1V1	

- 2) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- 3) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.
- 4) Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- 5) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar. Dan cek kembali sambungan kabel, jangan terjadi konsleting.
- 6) Switch on katup pada unit pelayanan udara dan unit power supply.
- 7) Operasikan kontrol silinder kerja ganda sebagai berikut :
- 8)

No	Operasi	Silinder
1	Tombol S1 tidak ditekan	
2	Tombol S1 ditekan	
3	Tombol S1 ditekan sesaat	
4	Tombol S1 ditekan terus	

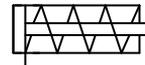
- 9) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik. Switch -off unit power supply dan lepas kabel penghubung.

10) Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen.

3. Percobaan 3

Persiapan Pengoperasian

Sebelum mengoperasikan Elektropneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian perlu dilengkapi sebelum merangkai pada papan peraga. Lengkapi gambar.



Pengoperasian

1) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		+24v	
2		0v	
3		S1	
4		B1	
5		MM1	
6		1A	
7		1V1	

- 2) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- 3) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.

- 4) Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- 5) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar. Dan cek kembali sambungan kabel, jangan terjadi konsleting.
- 6) Switch on katup pada unit pelayanan udara dan unit power supply.
- 7) Operasikan kontrol silinder kerja ganda sebagai berikut :

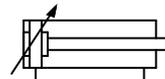
No	Operasi	Silinder
1	Tombol S1 tidak ditekan dan B1 tidak teraktuasi	
2	Tombol S1 tidak ditekan dan B1 teraktuasi	
3	Tombol S1 ditekan dan B1 teraktuasi	
4	Tombol S1 ditekan terus dan B1 tidak teraktuasi	

- 8) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik. Switch -off unit power supply dan lepas kabel penghubung.
- 9) Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen.

4. Percobaan 4

Persiapan Pengoperasian

Sebelum mengoperasikan Elektropneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian perlu dilengkapi sebelummerangkai pada papan peraga. Lengkapi gambar.



Pengoperasian

- 1) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		+24v	
2		0v	
3		S1	
4		B1	
5		B2	
6		MM1	
7		MM2	
8		1A	
9		1V1	

- 2) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- 3) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.
- 4) Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- 5) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar. Dan cek kembali sambungan kabel, jangan terjadi konsleting.
- 6) Switch on katup pada unit pelayanan udara dan unit power supply.
- 7) Operasikan kontrol silinder kerja ganda sebagai berikut :

No	Operasi	Silinder
1	Tombol S1 tidak ditekan	
2	Tombol S1 ditekan	
3	Tombol S1 ditekan sesaat	
4	Tombol S1 ditekan terus	

- 8) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik. Switch -off unit power supply dan lepas kabel penghubung.
- 9) Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen.

KEGIATAN BELAJAR 5: SENSOR PROXIMITY

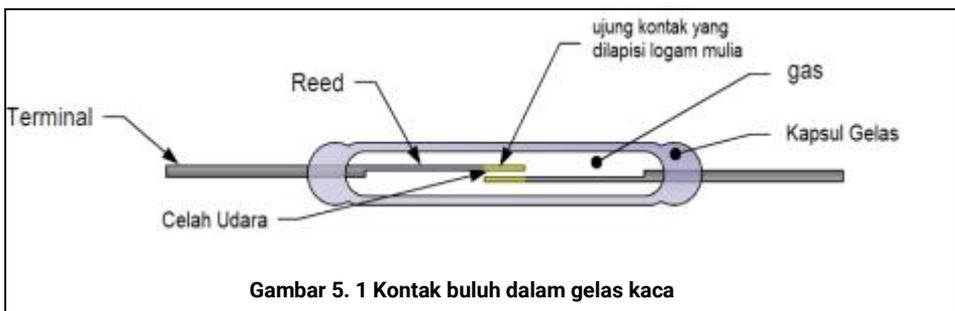
A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. membedakan jenis-jenis sensor proksimiti.
2. menentukan prosedur penyambungan sensor dengan benar.
3. memilih sensor yang tepat untuk pemakaian tertentu.
4. menemukan kesalahan pemasangan sensor proksimiti dengan benar.

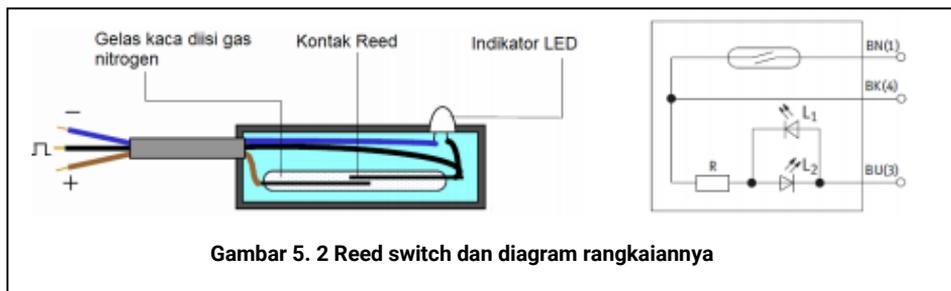
B. MATERI PEMBELAJARAN

1. Reed Switch

Pengertian Reed switch adalah proximity switch yang dioperasikan secara magnetik. Terdiri dari dua kontak buluh (reed) dalam tabung gelas yang diisi gas. Gambar 5.1 menunjukkan kontak buluh di dalam gelas kaca. Kapsul diisi dengan gas untuk mencegah kontak dari karat. Bagian dari kontak buluh yang bersentuhan ketika menutup, dilapisi dengan logam mulia untuk mendapatkan konduktivitas yang baik.



Berikut ini adalah konstruksi reed switch dan diagram rangkaiannya.



Reed switch mempunyai 3 kabel. Hubungannya adalah sebagai berikut :

- a. Satu kabel (coklat) untuk tegangan suplai positif,
- b. Satu kabel (biru) untuk tegangan suplai negatif,

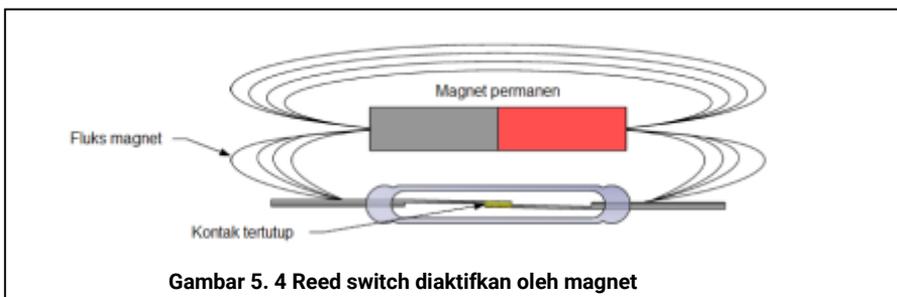
- c. Satu kabel (hitam) untuk sinyal atau output sakelar. Identitas pada rangkaian listrik adalah : B (B1, B2, ...).



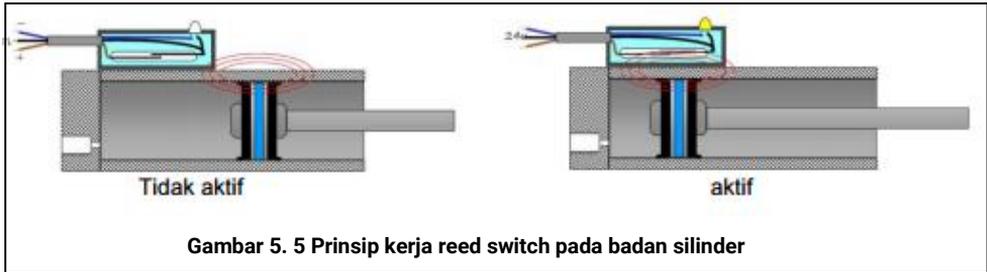
2. Prinsip Kerja Reed Switch

Prinsip kerja reed switch adalah sederhana. Kontak buluh biasanya terbuka. Celah udara di antara kedua buluh mengisolasi mereka dan tidak ada arus dapat mengalir melalui kontak. Namun, jika magnet permanen ditempatkan dekat dengan kontak, fluks magnetik yang dihasilkan oleh magnet menarik dua buluh bersama-sama.

Seperti ditunjukkan dalam gambar 5.4, ujung yang dilapisi logam mulia dari salah satu buluh menjadi kutub utara magnet, sedangkan ujung buluh yang lain menjadi kutub selatan magnet. Sejak saat itu kedua buluh memiliki kutub magnet yang berlawanan, mereka saling menarik dan dua buluh bersentuhan bersama untuk menutup rangkaian listrik. Ketika magnet menjauh dari kedua buluh, mereka terlepas dan rangkaian listrik terbuka lagi.



Dalam pemakaian di teknik kontrol reed switch dipasang langsung pada rumah silinder. Ia diaktifkan oleh cincin magnetik yang ada pada piston silinder. Jika cincin magnet bergerak tepat pada reed switch menyebabkan kontak menutup akibat dari medan magnet dan arus listrik dapat mengalir melaluinya.



Gambar 5. 5 Prinsip kerja reed switch pada badan silinder

Pada umumnya reed switch mempunyai kontak normal terbuka (N/O). Dalam pemakaian industri, reed switch dilengkapi dengan lampu tanda LED. Reed switch mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Mempunyai umur yang panjang,
- b. Bebas perawatan,
- c. Waktu hubung pendek : 0,2 ms
- d. Tidak cocok untuk digunakan dalam daerah dengan medan magnet besar (misalnya di sekitar mesin penyolderan tahanan)
- e. Arus maksimum harus dibatasi oleh reed switch agar kontak tidak terbakar.

3. Pemasangan reed switch pada silinder.

Gambar berikut menunjukkan cara memasang reed switch pada silinder kerja ganda:

- a. Tempatkan reed switch pada slot silinder.
- b. Atur ke posisi akhir mundur atau akhir maju.
- c. Kencangkan dengan kunci L yang sesuai

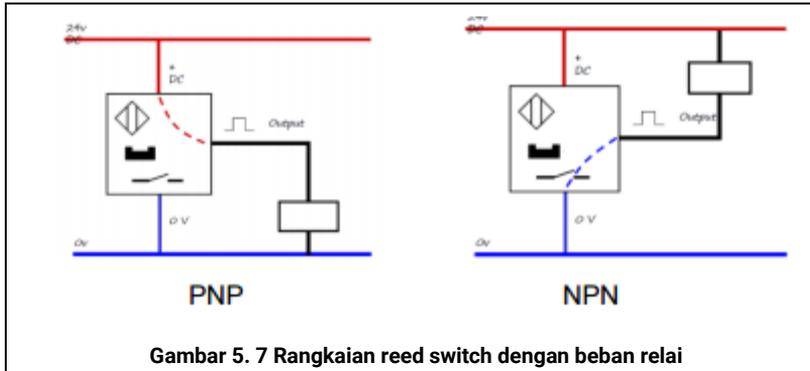


Gambar 5. 6 Pemasangan reed switch pada badan silinder

Fungsi reed switch untuk mendeteksi posisi akhir maju atau mundur dari silinder.

4. Rangkaian reed switch

Rangkaian reed switch ditunjukkan seperti gambar berikut untuk tipe PNP dan NPN.



5. Data Teknik Reed Proximity Sensor

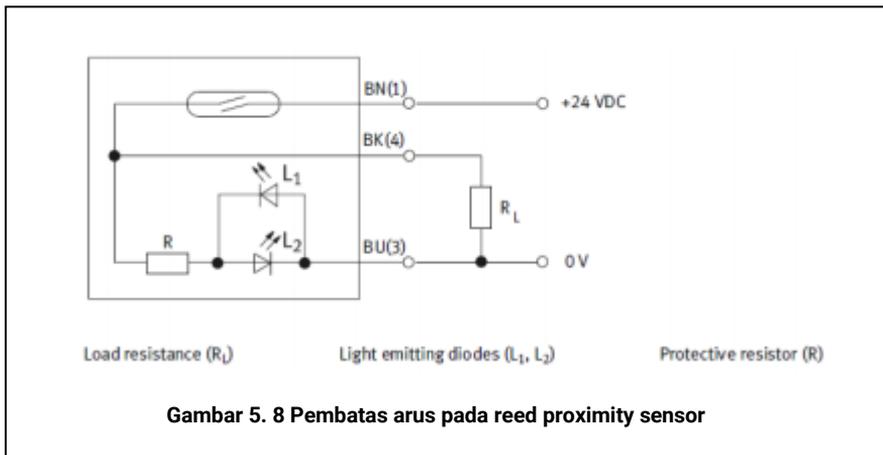
Berikut ini adalah contoh data teknik reed proximity sensor.

Tabel 5. 1 Data Teknik Reed proximity sensor

Parameter	Nilai
Tegangan switching	12 – 27VDC atau AC
Ketelitian switching	± 0,1 mm
Kemampuan kontak maksimum	40 W
Maximum magnetic interference induction	0,16 mT
Arus switching maksimum	2 Ampere
Frekuensi switching maksimum	500 Hz
Waktu switching	2 ms
Konduktansi	Konduktansi 0,1 Ω
Umur kontak	5 juta siklus <i>switching</i>
Klas Keamanan (IEC 529, DIN 40050)	IP 66

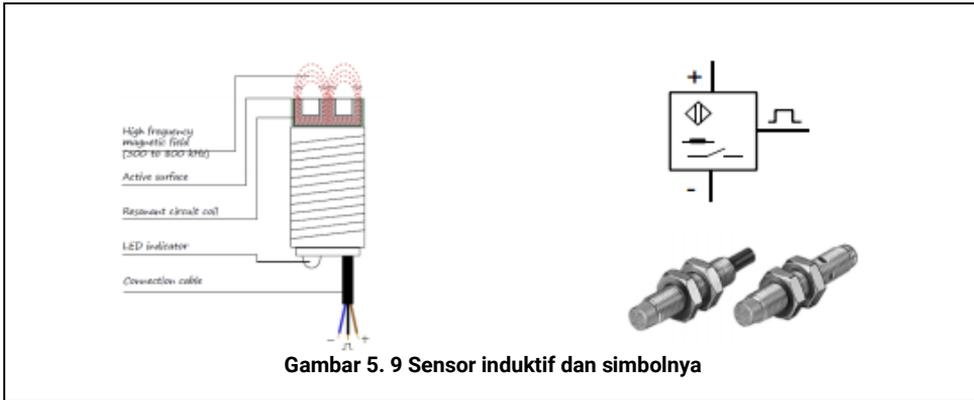
Temperatur ruang kerja	-20 – +60 °C
------------------------	--------------

Saat memasang reed proximity sensor, pastikan bahwa tidak ada intervensi medan magnet luar yang dekat sensor dengan kuat medan lebih dari 0,16 mT (T = Tesla). Jika hal ini terjadi, maka sensor harus dilindungi. Jika beberapa silinder pneumatik dilengkapi dengan reed proximity sensor, maka jarak minimum 60mm diperlukan antara sensor dan dinding silinder eksternal yang berdampingan. Dengan reed proximity sensor, arus maksimum harus dikurangi. Jika tidak hal ini dapat menyebabkan busur api selama switching atau dapat membakar pisau kontak. Sebuah resistor (R) dipasang seri berfungsi sebagai pembatas arus dan agar umur switching lebih panjang seperti terlihat pada gambar 5.8.



6. Sensor Proksimiti Induktif

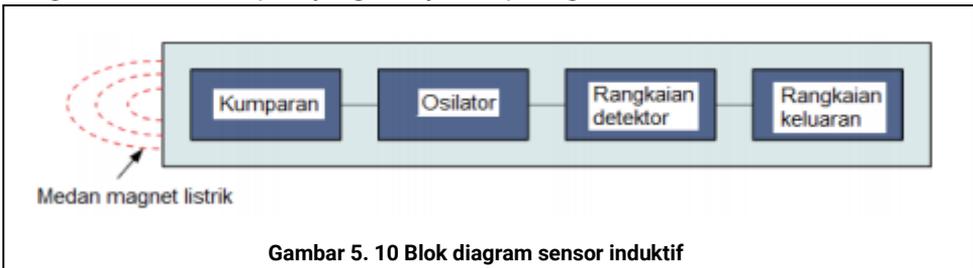
Sensor induktif mendeteksi keberadaan benda-benda logam dengan menghasilkan medan elektromagnetik dan mendeteksi perubahan di medan ini.



Gambar 5. 9 Sensor induktif dan simbolnya

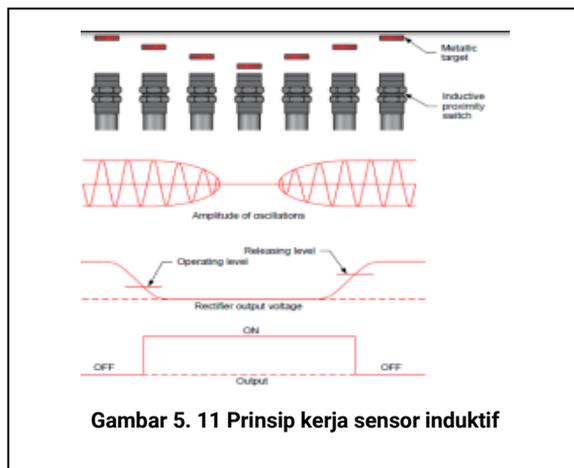
7. Prinsip kerja Sensor Proksimiti Induktif

Sensor induktif terdiri dari kumparan, osilator, rectifier (rangkainan detektor), dan rangkainan keluaran, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.10.



Gambar 5. 10 Blok diagram sensor induktif

Osilator menghasilkan tegangan frekuensi tinggi yang diterapkan pada kumparan untuk menghasilkan medan elektromagnetik. Gambar 5.11 menunjukkan bahwa jika benda logam memasuki medan magnet, arus eddy diinduksi dalam objek. Hal ini menyebabkan hilangnya energi dan mengurangi besarnya osilasi. Ketika kehilangan energi menjadi cukup signifikan, osilator berhenti berfungsi.

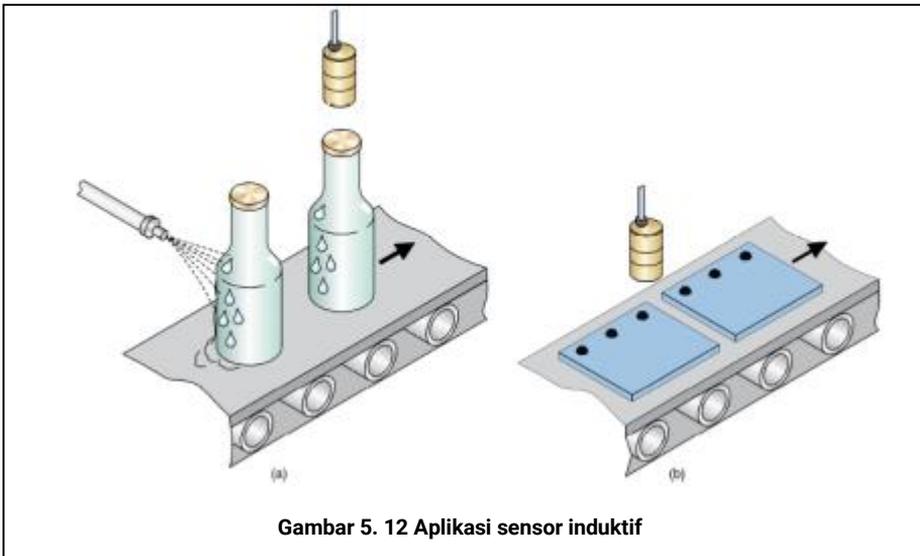


Gambar 5. 11 Prinsip kerja sensor induktif

Rectifier mengubah sinyal keluaran AC dari osilator ke tegangan DC. Ketika tegangan DC mencapai "tingkat operasi," transistor keluaran aktif. Ketika tegangan DC menurun ke "tingkat melepaskan," transistor keluaran nonaktif. Karena medan magnet yang terkait dengan arus eddy induksi cukup kecil, jarak penginderaan maksimum dari sebuah sensor induktif juga cukup kecil. Jarak penginderaan adalah dari 1 mm sampai 15 mm (0,04 ke 0,6 in). Jarak penginderaan untuk sensor induktif tergantung pada ukuran kumparan dan jenis logam. Sensor induktif harus berjarak dari benda-benda logam di sekitarnya dan sensor lain untuk menghindari yang mempengaruhi operasi.

8. Pemakaian Sensor Induktif

Gambar 5.12 menunjukkan dua contoh bagaimana sensor induktif digunakan. Di sebelah kiri, sebuah sensor induktif memeriksa tutup botol. Botol tanpa tutup ditolak. Sensor induktif bekerja lebih baik daripada sensor proksimiti lain dalam aplikasi ini karena mereka tidak terpengaruh oleh kelembaban tinggi. Pada gambar 5.12b, sensor induktif menghitung paku keling pada benda kerja yang telah selesai diproses



Gambar 5. 12 Aplikasi sensor induktif

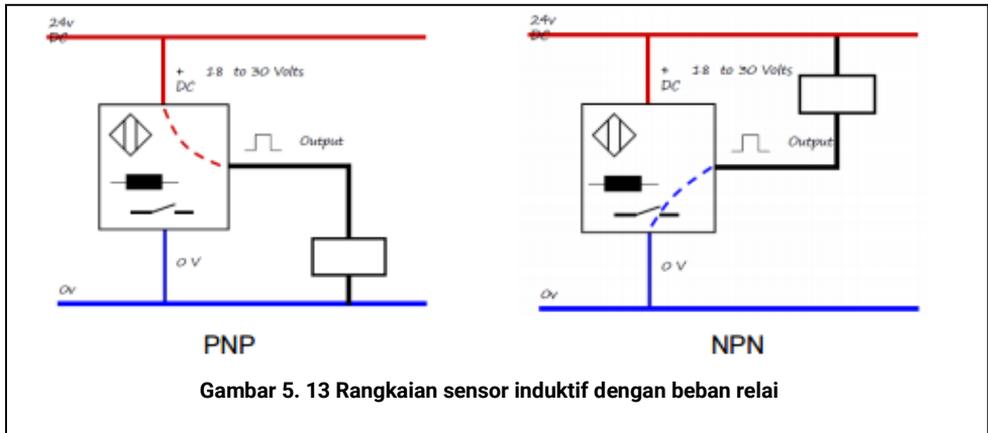
Induktive proximity sensor mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Semua material dengan daya hantar listrik tinggi dapat dideteksi oleh sensor ini. Selain logam, juga graphite.
- b. Obyek yang dapat dideteksi : bergerak atau diam
- c. Obyek dengan luas permukaan yang besar lebih cepat dapat dibaca daripada obyek dengan luas permukaan yang kecil.

- d. Digunakan paling besar sebagai sensor digital.

9. Sambungan Sensor Induktif

Rangkaian sensor induktif ditunjukkan seperti gambar berikut untuk tipe PNP dan NPN.



10. Data Teknis Sensor Induktif

Berikut ini adalah contoh data teknik inductive proximity sensor.

Tabel 5. 2 Data Teknik Inductive proximity sensor

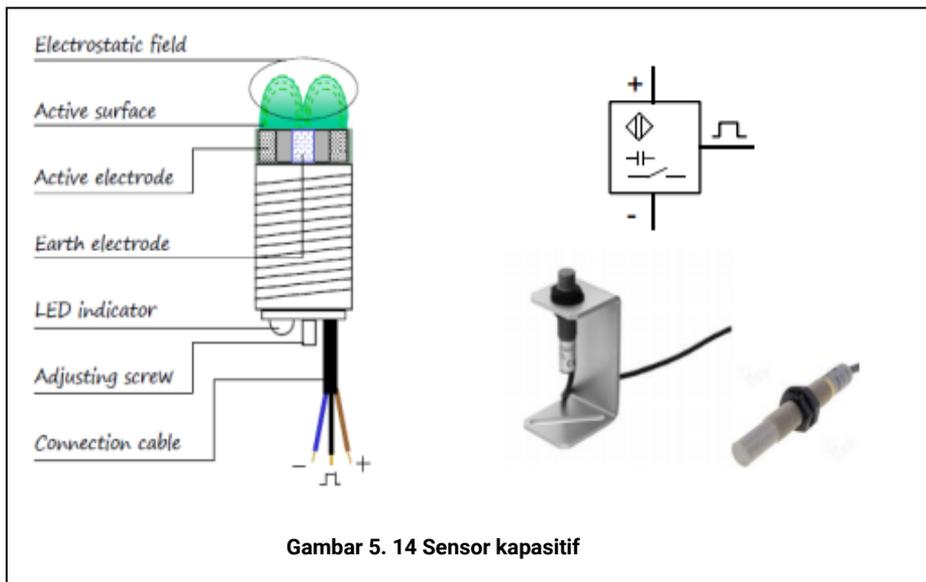
Parameter	Nilai
Obyek material	Logam
Tegangan switching	10 – 30V
Jarak switching nominal	0,8 – 10 mm, maksimum 250mm
Arus switching maksimum	75-400mA
Induksi respon minimal	2 – 35 mT
Getaran	10 – 50Hz, 1mm amplitudo
Kepekaan terhadap kotoran	Tidak peka
Umur pelayanan	Sangat lama
Frekuensi switching maksimum	1000 Hz
Klas Keamanan (IEC 529, DIN 40050)	sampai IP 67
Temperatur kerja	-25 – +70 °C

Sensor induktif mempunyai tindakan pencegahan untuk menjamin operasi yang aman, yaitu:

- a. perlindungan polaritas terbalik (terhadap kerusakan akibat pembalikan sambungan),
- b. perlindungan terhadap hubung singkat (melawan arus pendek dari terminal keluaran terhadap bumi),
- c. perlindungan terhadap puncak tegangan (perlindungan terhadap lonjakan tegangan lebih)
- d. Perlindungan terhadap putusnya penghantar (keluaran diblokir jika jalur suplai terputus)

11. Sensor Proksimiti Kapasitif

Sensor kapasitif dirancang untuk mendeteksi baik logam dan non logam dari suatu obyek benda.

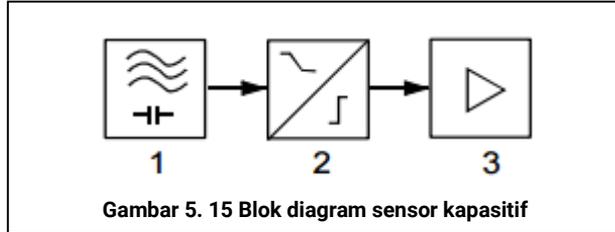


Gambar 5. 14 Sensor kapasitif

Sensor mengukur perubahan kapasitansi di dalam medan listrik sebuah kapasitor yang disebabkan oleh obyek yang mendekatinya. Sensor kapasitif tidak hanya mereaksi benda-benda berpenghantar tinggi (seperti logam) tetapi juga benda-benda isolator yang mempunyai kuat dielektrik tinggi (seperti plastik, gelas, keramik cairan dan kayu).

12. Prinsip Kerja Sensor Proksimiti Kapasitif

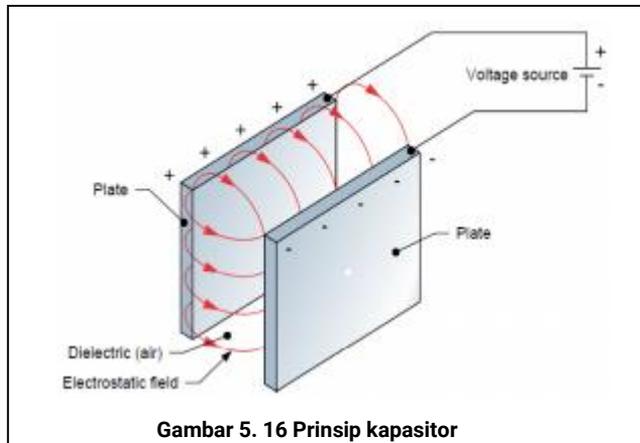
Sensor kapasitif terdiri dari probe kapasitif, osilator, rectifier (rangkaiannya detektor), dan rangkaian keluaran.



Keterangan :

- a. Probe kapasitif dan osilator
- b. Rectifier/rangkaian detector
- c. Rangkaian keluaran

Sebuah kapasitor terbentuk ketika dua konduktor listrik (plat), yang dipisahkan oleh bahan isolasi (dielektrik), yang terhubung ke kutub yang berlawanan dari sumber tegangan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.16.



Satu plat menjadi bermuatan positif, sedangkan plat kedua menjadi bermuatan negatif. Jumlah muatan listrik yang tersimpan dalam kapasitor disebut sebagai kapasitansi. Sensor kapasitif bekerja seperti kapasitor. Probe kapasitif dari sensor bertindak sebagai kutub positif, dan tanah bertindak sebagai kutub negatif.

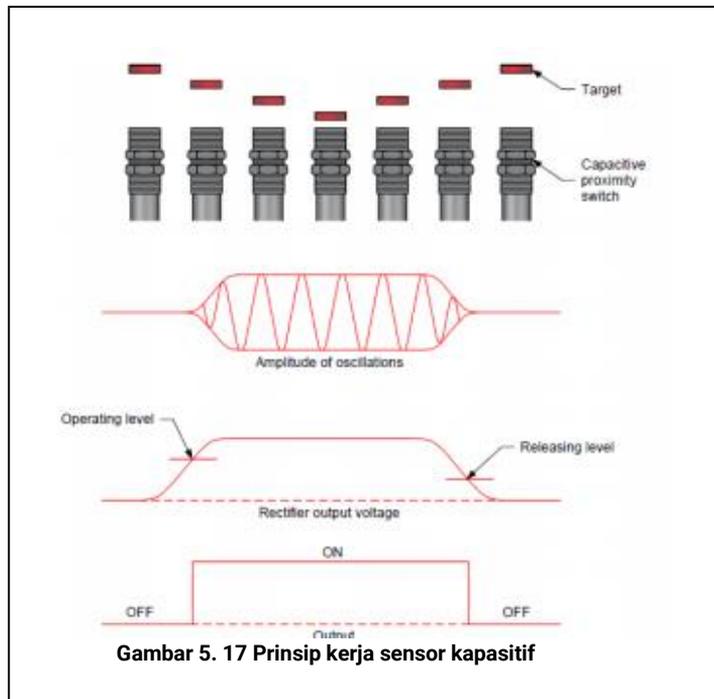
Gambar 5.17 menunjukkan bahwa ketika sebuah objek mendekati sensor, konstanta dielektrik mengubah kapasitansi kapasitor. Ketika nilai kapasitansinya mencapai batas tertentu, osilator diaktifkan. Rectifier mengubah osilasi AC ke tegangan DC. Ketika tegangan

DC mencapai "tingkat operasi," transistor output aktif. Ketika tegangan DC menurun ke "tingkat melepaskan," transistor output nonaktif. Karena sensor diaktifkan oleh perubahan energi listrik daripada energi magnetik, maka sensor dapat mendeteksi baik bahan logam dan non logam.

Perubahan kapasitansi pada dasarnya tergantung pada parameter berikut:

- a. jarak obyek (media) dari permukaan aktif,
- b. ukuran media
- c. konstanta dielektrik media

Probe dengan ukuran besar memiliki kapasitansi yang lebih besar daripada probe yang kecil, sehingga obyek akan mempengaruhi medan elektrostatis dari probe besar daripada jarak yang lebih jauh. Konstanta dielektrik dari media obyek mempengaruhi jarak penginderaan. Obyek yang memiliki konstanta dielektrik yang rendah sulit untuk dideteksi. Sebagai contoh, sebuah saklar proksimiti kapasitif akan mendeteksi kaca hanya 40% dari jarak standar, dan kertas sebesar 10%. Suhu, kelembaban, dan dekat objek juga dapat mempengaruhi pengoperasian sensor kapasitif.



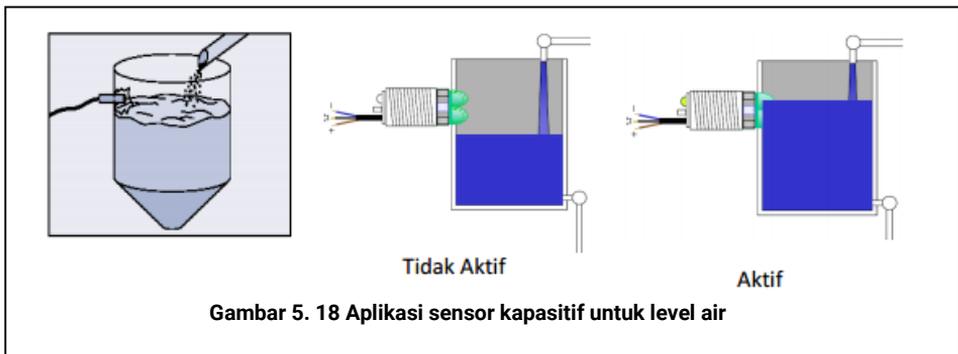
Gambar 5. 17 Prinsip kerja sensor kapasitif

Sensitivitas sensor kapasitif dapat disesuaikan dengan potensiometer. Dengan cara ini memungkinkan mendeteksi media tertentu. Misalnya, menentukan ketinggian cairan melalui dinding botol.

13. Pemakaian Sensor Proksimiti Kapasitif

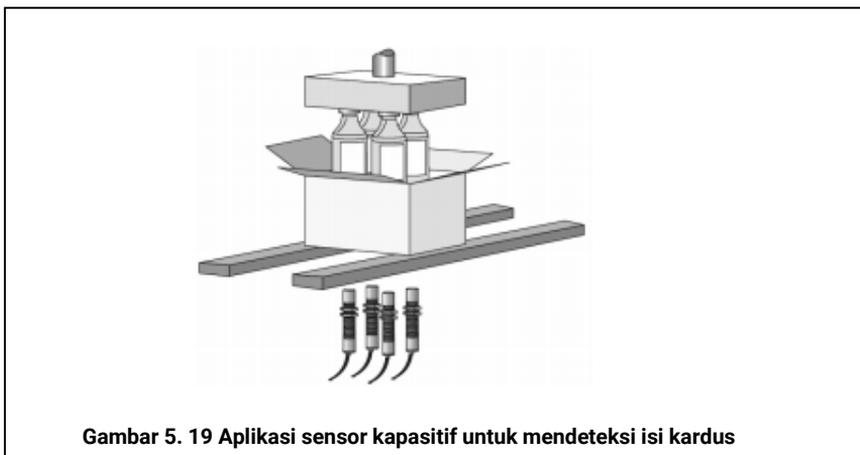
a. Mendeteksi Level Cairan

Sensor kapasitif yang digunakan untuk mendeteksi level cairan melalui dinding tipis dari wadah plastik atau kaca maka ketebalan dinding harus dibatasi agar sensor merespon isinya saja. Pada gambar 5.18 sensor kapasitif dipakai untuk mendeteksi level cairan.



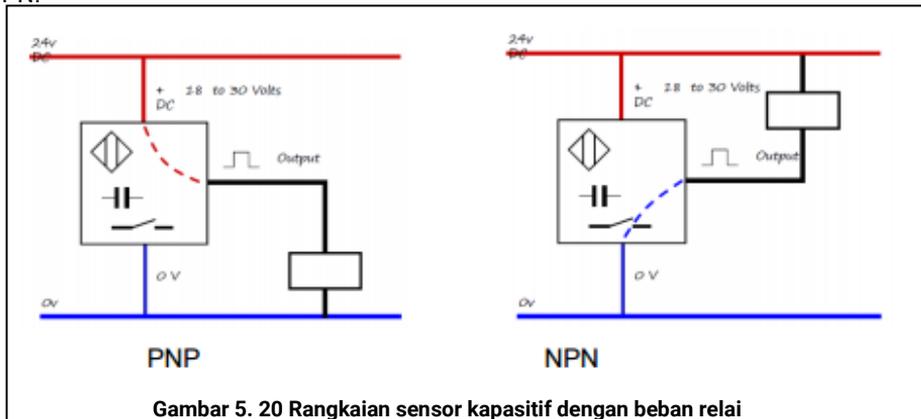
b. Mendeteksi Bahan Butiran-Butiran Dalam Kardus

Sensor kapasitif cocok untuk mendeteksi bubuk, biji-bijian atau butiran-butiran bahan melalui wadah atau silo. Sensor memungkinkan memeriksa isi/ volume yang ada di dalam wadah makanan melalui kemasan yang disegel. Gambar 5.19 menunjukkan empat sensor kapasitif di dasar sebuah kotak kardus untuk memeriksa bahwa empat minuman ringan botol telah dimasukkan.



14. Sambungan Sensor Kapasitif

Rangkaian sensor kapasitif ditunjukkan seperti gambar 5.20 untuk tipe PNP dan NPN.



Gambar 5. 20 Rangkaian sensor kapasitif dengan beban relai

15. Data Teknis Sensor Kapasitif

Berikut ini adalah contoh data teknik Capacitive proximity sensor.

Tabel 5. 3 Data Teknik Capacitive proximity sensor

Parameter	Nilai
Bahan obyek dielektrik	Semua bahan dengan konstanta 1
Tegangan kerja	10 – 30VDC atau 20 – 250VAC
Jarak switching nominal	5 -20mm, maks.60mm
Arus switching maksimum	500mA
Kepakaan terhadap kotoran	peka
Umur pelayanan	Sangat lama
Frekuensi switching	Sampai 300 kHz
Klas Keamanan (IEC 529, DIN 40050)	IP 67

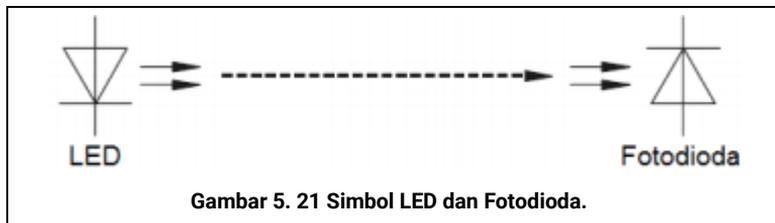
16. Sensor Proksimiti Optik

Sensor optik adalah keluarga dari perangkat yang mendeteksi ada atau tidaknya hampir semua jenis objek tanpa kontak fisik. Oleh karena itu, mereka dapat memenuhi berbagai kebutuhan kontrol: ukuran, atau posisi, menghitung, memonitor kecepatan operasi, dan banyak lagi. Sensor optik terdiri dari pemancar cahaya (transmitter) dan penerima cahaya (receiver). Pemancar adalah Light Emitting Diode (LED) yang memancarkan panjang

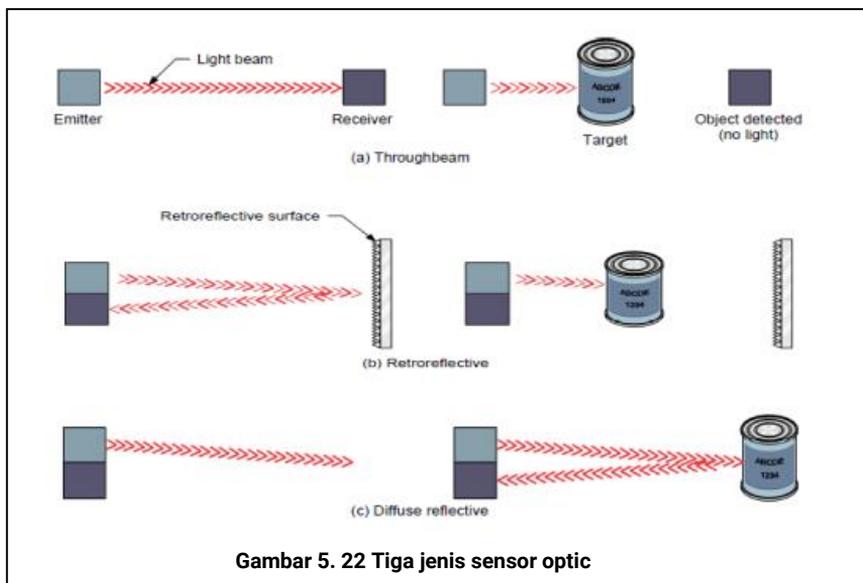
gelombang cahaya tertentu. Kebanyakan sensor optik menggunakan sumber cahaya inframerah, merah, hijau, atau biru.

Lampu terlihat dan inframerah adalah bagian kecil dari spektrum elektromagnetik. LED inframerah digunakan di mana output cahaya maksimum diperlukan untuk berbagai penginderaan yang panjang. Balok cahaya tampak meringankan setup atau membantu mengkonfirmasi operasi sensor.

Penerima adalah fotodiode, atau phototransistor, yang memberikan perubahan arus penghantar tergantung pada seberapa banyak cahaya yang terdeteksi. Fotodiode dan fototransistor lebih sensitif terhadap panjang gelombang tertentu dari cahaya. Gambar 5.21 adalah simbol LED dan fotodiode.

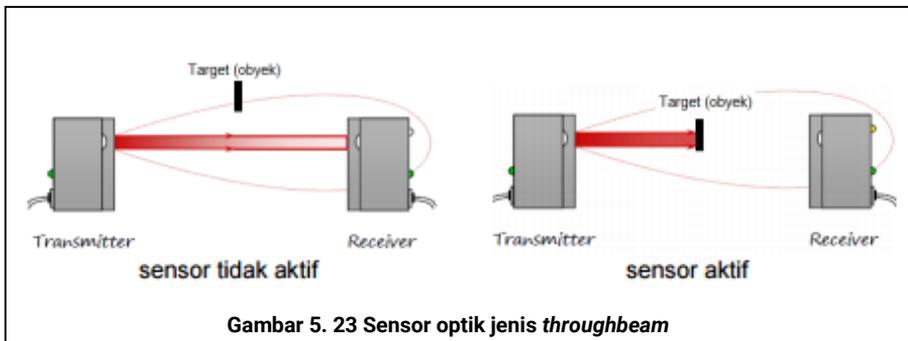


Untuk meningkatkan efisiensi, cahaya pemancar dan penerima harus sesuai. Gambar 5.22 menunjukkan tiga jenis dasar sensor optik: through beam, retro reflective, dan diffuse reflektive.

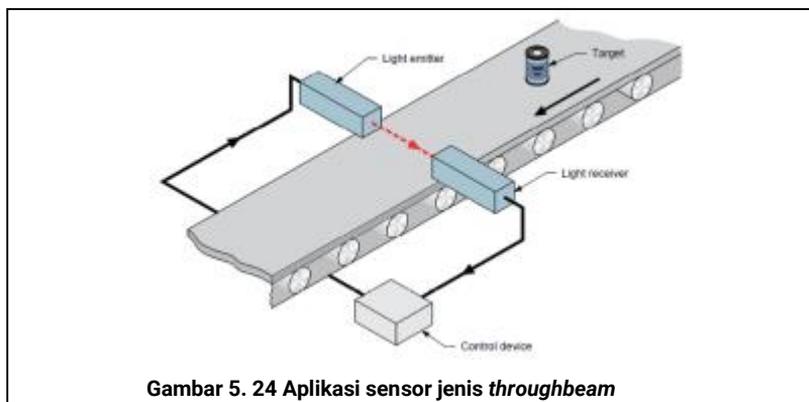


17. Through beam (One-way light barrier)

One-way light barrier mempunyai pemancar (transmitter) dan penerima (receiver) yang terpisah. Pemancar dan penerima dipasang sedemikian rupa sehingga sinar pemancar diarahkan langsung ke penerima. Keluaran sensor terjadi jika sinar terganggu atau terhalang.



Sensor through beam memberikan jarak penginderaan yang panjang. Sensor ini sangat cocok untuk beroperasi di lingkungan industri sangat berdebu atau kotor, tetapi mungkin tidak cocok untuk mendeteksi target bening atau transparan karena penerima akan melihat melalui target ini.



Berikut ini adalah contoh data teknik sensor optik jenis through beam.

Tabel 5. 4 Data Teknik Sensor Optik Throughbeam

Parameter	Nilai
Bahan obyek	Semua, masalah terhadap obyek transparan yang tinggi
Tegangan kerja	10 – 30VDC atau 20 – 250VAC
Jarak switching nominal	1 -100mm (melalui pengaturan)

Arus switching (keluaran transistor)	100 - 500mA
Kepekaan terhadap kotoran	Peka (sensitif)
Umur pelayanan	Sangat lama (sekitar 100.000 jam)
Klas Keamanan (IEC 529, DIN 40050)	Sampai IP 67
Temperatur kerja	0 – 60°C atau -25 – +80 °C

Keuntungan dari sensor optik throughbeam:

- a. Keandalan tinggi karena cahaya permanen selama non-operasi,
- b. Daerah pemakaiannya luas,
- c. Benda-benda kecil dapat dideteksi bahkan pada jarak yang cukup jauh,
- d. Cocok untuk lingkungan yang agresif,
- e. Ketepatan posisi baik

Kelemahan dari sensor optik through beam:

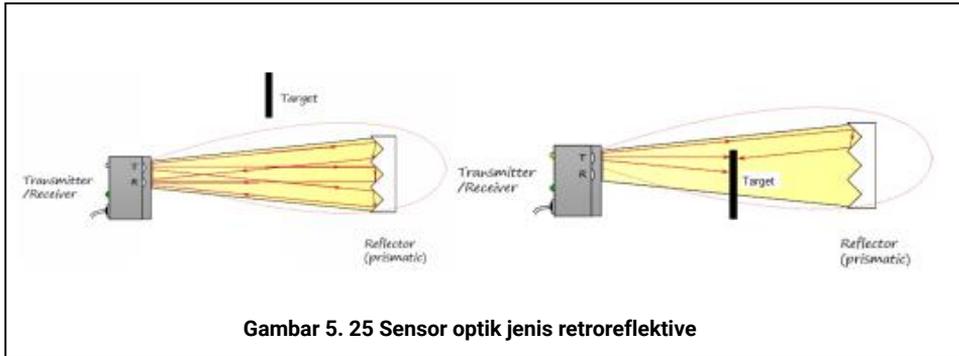
- a. Dua modul sensor optik terpisah (pemancar dan penerima) dan memerlukan sambungan listrik yang terpisah juga.
- b. Tidak bisa digunakan untuk benda benar-benar transparan.

Berikut ini harap diperhatikan bila menggunakan sensor optik through beam:

- a. Dalam kasus benda transparan, adalah mungkin untuk mengurangi daya pancaran cahaya dengan mengatur potensiometer sejauh mana penerima dinonaktifkan jika objek memasuki cahaya.
- b. Kegagalan emitor dapat dievaluasi sebagai "ada obyek/benda" (penting dengan aplikasi pencegahan kecelakaan).

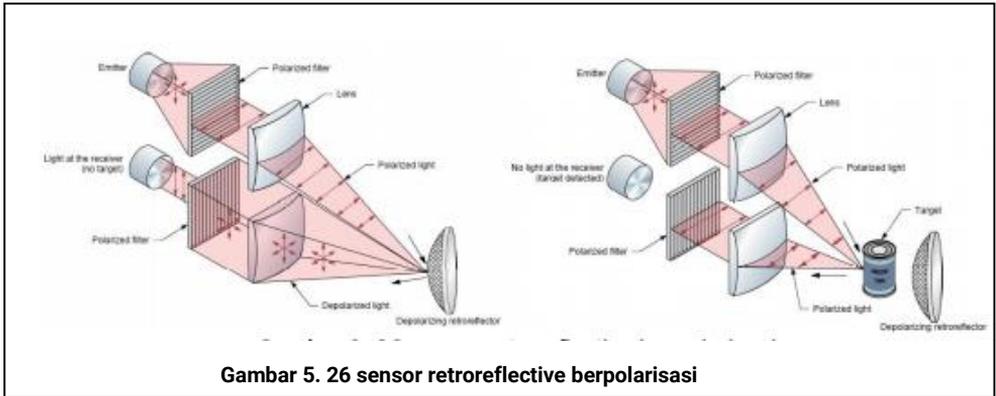
18. Retro reflektive (Reflective light barrier)

Pada reflective light barrier, pemancar dan penerima dipasang bersama dalam satu rumah. Reflektor dipasang sedemikian rupa sehingga sinar yang dipancarkan oleh pemancar dipantulkan reflektor dengan sempurna ke penerima. Keluaran sensor terjadi jika sinar terganggu atau terhalang.



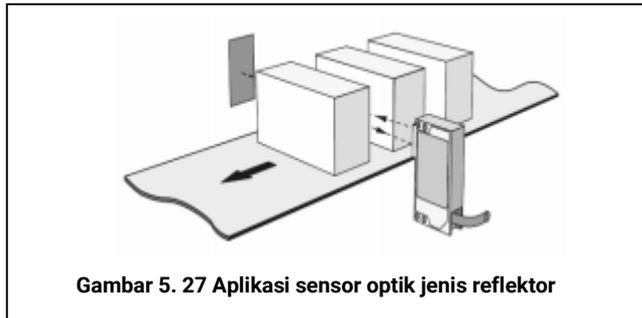
Kadang-kadang, sensor retroreflective standar dapat dipicu oleh refleksi dari target yang mengkilap atau sangat reflektif. Untuk menghindari hal ini, sensor retroreflective berpolarisasi berisi filter polarisasi di depan pemancar dan penerima. Filter ini tegak lurus, atau 90° dari fase satu sama lain, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.26. Sebuah depolarisasi reflektor digunakan untuk memantulkan cahaya. Dengan tidak adanya target, cahaya yang dipancarkan dari sensor tidak terpolarisasi dan tercermin dari reflektor depolarizing. Beberapa cahaya yang dipantulkan melewati filter polarisasi di depan penerima dan terdeteksi oleh sensor. Namun, cahaya yang dipantulkan oleh sebagian besar target dikembalikan ke sensor dengan polaritas yang sama, dan tidak dapat melewati filter polarisasi di depan penerima. Pemakai sensor ini harus memperhatikan hal-hal berikut ini.

- a. Dalam kasus benda transparan, sinar melewati objek dua kali dan sebagai hasilnya dilemahkan. Hal ini dimungkinkan untuk mendeteksi benda-benda jenis ini dengan cara pengaturan potensiometer yang sesuai.
- b. Pantulan dari objek harus diatur sedemikian rupa untuk memastikan bahwa pancaran tidak mengenai penerima.
- c. Kegagalan dari pemancar dievaluasi sebagai "ada objek/benda".
- d. Reflektor dapat terganggu akibat usia dan kotoran; Pada suhu lebih dari 80°C , plastik dapat dipengaruhi secara permanen, reflektor yang tidak sesuai dapat membatasi jangkauan dan keefektivitasan yang besar.

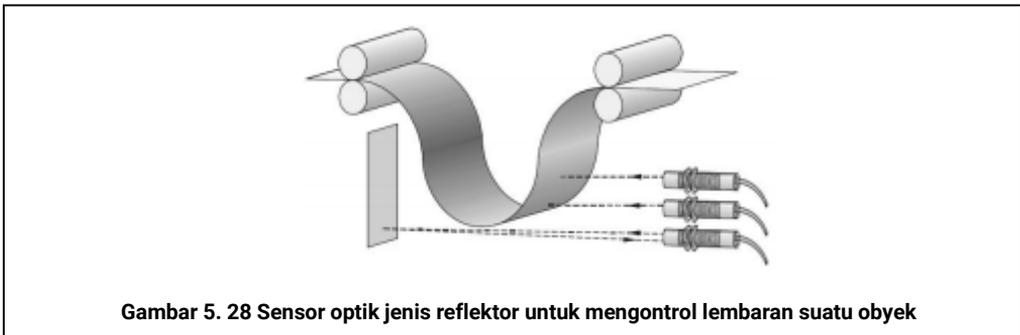


Gambar 5. 26 sensor retroreflective berpolarisasi

Aplikasi sensor ini untuk memonitor dan menghitung benda kerja. Aplikasi yang lain untuk mengontrol kekendoran lembaran suatu obyek.



Gambar 5. 27 Aplikasi sensor optik jenis reflektor



Gambar 5. 28 Sensor optik jenis reflektor untuk mengontrol lembaran suatu obyek

Berikut ini adalah contoh data teknik sensor optik jenis reflektor.

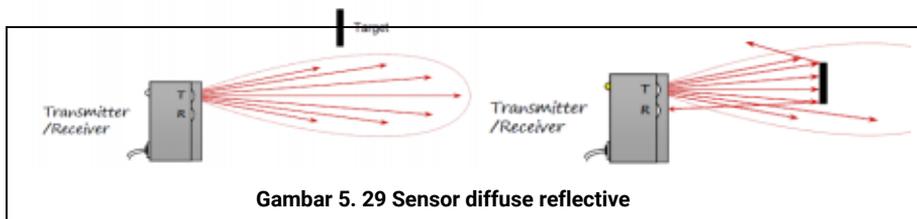
Tabel 5. 5 Data Teknik Sensor Optik Reflektor

Parameter	Nilai
Bahan obyek	Semua, masalah terhadap pantulan obyek

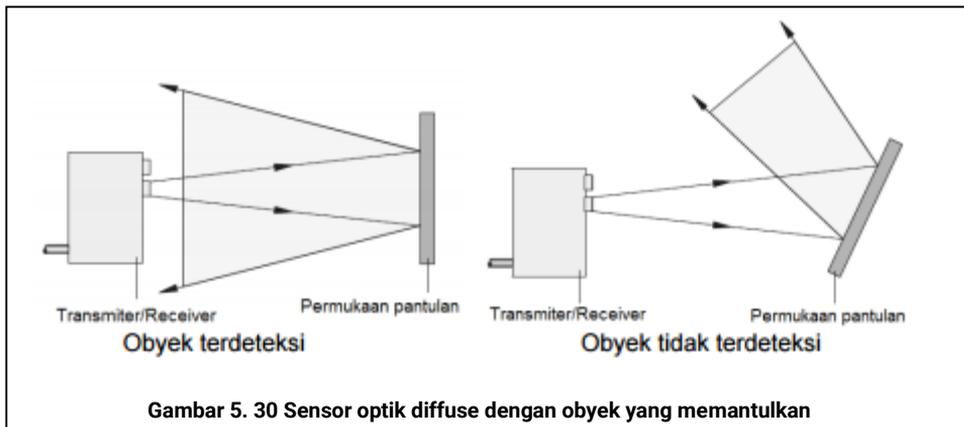
Tegangan kerja	10 – 30VDC atau 20 – 250VAC
Jarak switching nominal	Lebih dari 10m (melalui pengaturan)
Arus switching (keluaran transistor)	100 - 500mA
Kepekaan terhadap kotoran	Peka (sensitif)
Umur pelayanan	Sangat lama (sekitar 100.000 jam)
Frekuensi switching	20 – 1000 Hz
Klas Keamanan (IEC 529, DIN 40050)	Sampai IP 67
Temperatur kerja	kerja 0 – 60°C atau -25 – +80 °C

19. Diffuse reflective optical sensor

Pada diffuse reflective optical sensor, pemancar dan penerima dipasang bersama dalam satu unit. Jika sinar menyinari benda yang memantulkan, maka benda memantulkan sinar kembali ke penerima dan menyebabkan sensor mengeluarkan sinyal (tegangan). Karena prinsip kerjanya, diffuse reflective optical sensor hanya dapat digunakan jika target/benda atau bagian mesin yang dideteksi mempunyai sifat pemantulan yang tinggi (misalnya permukaan logam yang dipoles, warna cat terang)



Jarak switching sangat tergantung dari pantulan objek. Ukuran, permukaan, bentuk, kepadatan dan warna objek serta sudut menentukan kuat cahaya yang disebarkan sehingga hanya jarak pendek dalam jarak beberapa decimeter dapat dideteksi. Latar belakang harus menyerap cahaya atau membelokkan pancaran cahaya, yaitu ketika sebuah target/objek tidak ada, cahaya yang dipantulkan harus berada di bawah ambang batas respon dari rangkaian penerima. Sensor harus ditempatkan sedemikian rupa agar cahaya pantulan dari permukaan benda mengenai penerima dari sensor. Gambar 5.30 memperlihatkan obyek yang terdeteksi dan yang tidak terdeteksi.



Benda-benda transparan seperti gelas kaca yang terang, flexiglas yang terang dan film transparan biasanya memiliki permukaan halus, memantulkan, oleh karena itu sensor optik difuse dapat digunakan. Permukaan obyek harus vertikal sejajar dengan arah cahaya sensor.

Benda-benda dengan sedikit pantulan seperti plastik hitam, karet hitam, bahan gelap dengan permukaan kasar, tekstil warna gelap dan baja mengkilap tidak dapat dideteksi oleh sensor optik difuse atau hanya dengan jarak yang sangat dekat. Alternatif solusinya dengan menggunakan sensor optik through beam atau sensor retro-reflektif untuk pendekatan dari samping atau dengan sensor kapasitif atau sensor ultrasonik untuk pendekatan dari depan

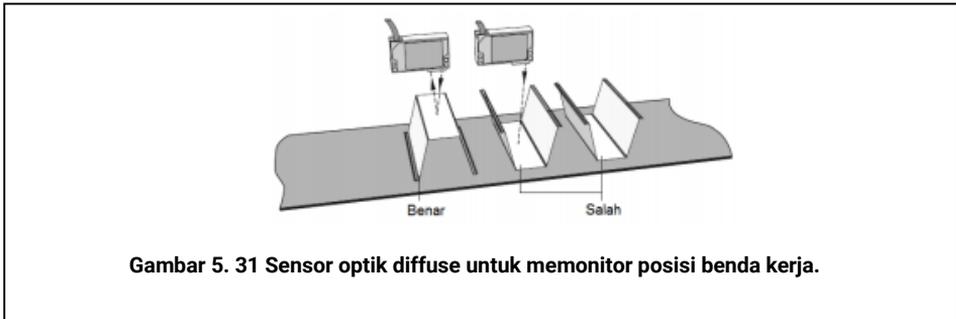
Keuntungan pemakaian sensor optik difuse:

- a. Karena pantulan dari objek telah mengaktifkan penerima, reflektor tambahan tidak diperlukan.
- b. Objek yang dapat memantulkan cahaya atau transparan tembus cahaya dengan persentase yang cukup tinggi pasti dapat dipantulkan.
- c. Dengan sensor optik through beam, benda hanya dapat dideteksi dari bagian samping dari sinar, sedangkan sensor optik difuse memungkinkan mendeteksi dari depan, yaitu ke arah sinar.
- d. Tergantung pada pengaturan sensor optik difuse, benda dapat dideteksi secara selektif yang dibelakangnya ada latar belakang.

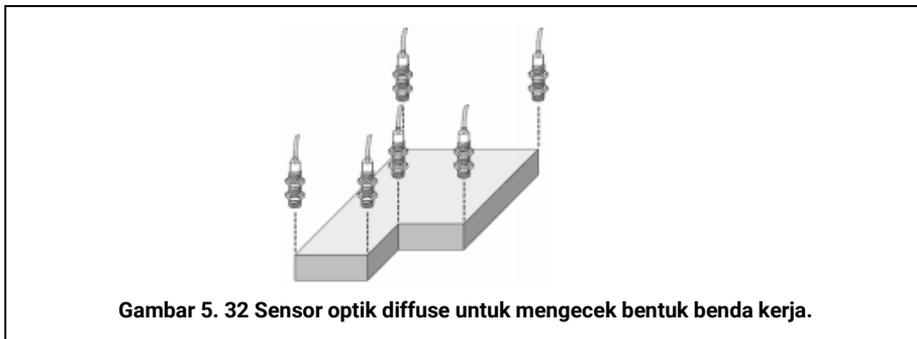
Kerugian pemakaian sensor optik difuse:

- a. Cahaya dari sensor optik difuse tidak lurus seperti pancaran dari sensor optik through beam. Oleh karena itu, sensor optik difuse tidak cocok digunakan sebagai sensor optik through beam, jika keakuratan dari samping yang diperlukan.

Pemakaian sensor optik difuse digunakan untuk memonitor letak benda kerja yang benar atau salah seperti ditunjukkan oleh gambar 5.31. Gambar 5.32 adalah pemakaian sensor optik difuse lainnya yang digunakan untuk mengecek bentuk benda kerja.



Gambar 5. 31 Sensor optik difuse untuk memonitor posisi benda kerja.



Gambar 5. 32 Sensor optik difuse untuk mengecek bentuk benda kerja.

Berikut ini adalah contoh data teknik sensor optik jenis difuse.

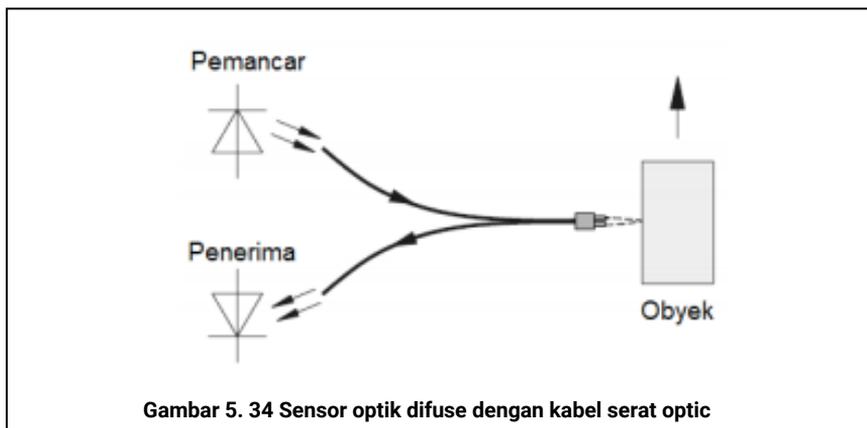
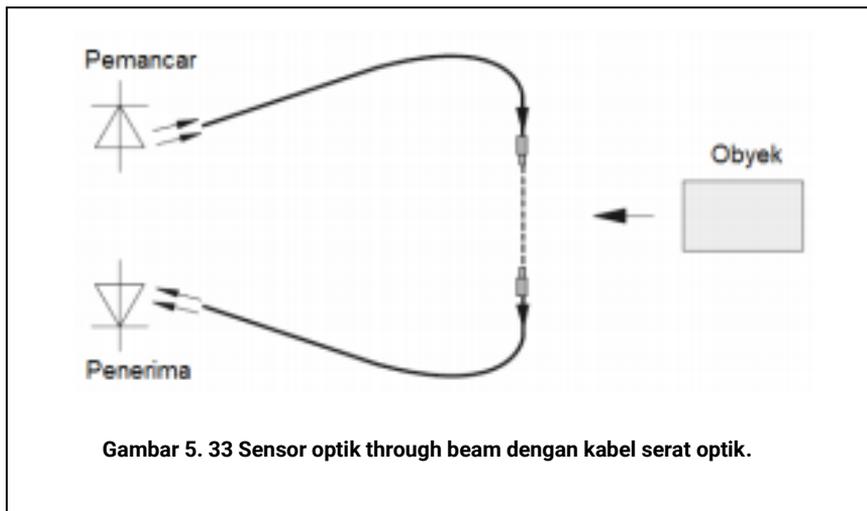
Tabel 5. 6 Data Teknik Sensor Optik Diffuse

Parameter	Nilai
Bahan obyek	Semua obyek
Tegangan kerja	0 – 30VDC atau 20 – 250VAC
Jarak penyensoran	50mm – 2 m (melalui pengaturan)
Arus switching (keluaran transistor)	100 - 500mA
Kepekaan terhadap kotoran	Peka (sensitif)
Umur pelayanan	Sangat lama (sekitar 100.000 jam)
Frekuensi switching	20 – 2000 Hz

Klas Keamanan (IEC 529, DIN 40050)	Sampai IP 67
Temperatur kerja	0 – 60°C atau -25 – +80 °C

20. Sensor Proksimiti Optik Dengan Kabel Serat Optik

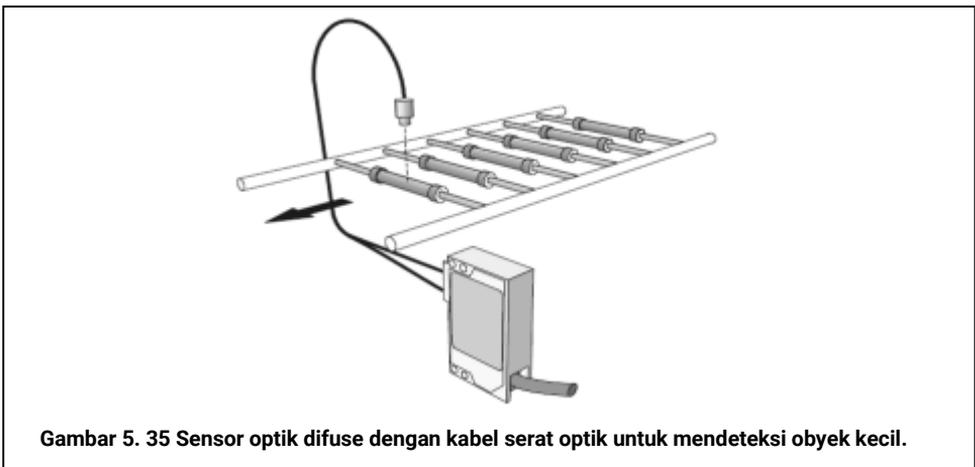
Sensor optik dengan kabel serat optik yang digunakan dalam perangkat konvensional mengambil terlalu banyak ruang. Keuntungan menggunakan kabel serat optik adalah di daerah dengan bahaya ledakan. Dengan menggunakan kabel serat optik posisi benda-benda kecil dapat dideteksi dengan akurasi yang tinggi. Dua kabel serat optik yang terpisah memungkinkan untuk membangun sebuah sensor optik through-beam. Karena fleksibilitas penanganan mereka, ini dapat digunakan secara universal.



Keuntungan dari optik sensor dengan kabel serat optik:

- a. mendeteksi benda dengan akses terbatas, misalnya melalui lubang-lubang.
- b. kemungkinan instalasi jarak jauh dari rumah sensor (misalnya lingkungan yang berbahaya: panas, air, radiasi, risiko ledakan).
- c. mendeteksi akurat dari benda-benda kecil.
- d. elemen sensor dapat dipindah-pindahkan.

Sensor optik dengan kabel serat optik digunakan untuk mendeteksi obyek yang kecil seperti ditunjukkan oleh gambar 5.35



Gambar 5. 35 Sensor optik difuse dengan kabel serat optik untuk mendeteksi obyek kecil.

C. RANGKUMAN

- Sensor proksimiti reedswitch adalah sensor yang diaktuasi secara magnet, pada prinsipnya sensor ini didesain untuk silinder yang dibuat dengan kemampuan sensing (yakni magnet permanen pada daerah piston silinder), tetapi beberapa diantaranya dapat juga digunakan di area lain dimana kedekatan terhadap medan magnet menjadi syarat untuk menghasilkan sinyal kontrol elektrik.
- Sensor induktif mendeteksi keberadaan benda-benda logam dengan menghasilkan medan elektromagnetik dan mendeteksi perubahan di medan ini.
- Sensor kapasitif dirancang untuk mendeteksi baik logam dan bukan logam benda. Mereka mengukur perubahan kapasitansi di dalam medan listrik sebuah kapasitor yang disebabkan oleh obyek yang mendekatinya. Sensor kapasitif tidak hanya mereaksi benda-benda berpenghantar tinggi (seperti logam) tetapi juga benda-benda isolator yang mempunyai kuat dielektrik tinggi (seperti plastik, gelas, keramik cairan dan kayu).

- Sensor optik adalah keluarga dari perangkat yang mendeteksi ada atau tidaknya hampir semua jenis objek tanpa kontak fisik. Sensor optik terdiri dari pemancar cahaya (transmitter) dan penerima cahaya (receiver). Ada tiga jenis dasar sensor optik: through beam, retro reflective, dan diffuse reflective.

D. TES FORMATIF

1. Jelaskan prinsip kerja reed switch!

.....

2. Sensor induktif mempunyai tindakan pencegahan untuk menjamin operasi yang aman, sebutkan dan jelaskan!

.....

3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan sensor proksimiti optik !

.....

E. KUNCI JAWABAN

1. Jelaskan prinsip kerja reed switch!

Prinsip kerja reed switch adalah sederhana. Kontak buluh biasanya terbuka. Celah udara di antara kedua buluh mengisolasi mereka dan tidak ada arus dapat mengalir melalui kontak. Namun, jika magnet permanen ditempatkan dekat dengan kontak, fluks magnetik yang dihasilkan oleh magnet menarik dua buluh bersama-sama.

2. Sensor induktif mempunyai tindakan pencegahan untuk menjamin operasi yang aman, sebutkan dan jelaskan!

- a. perlindungan polaritas terbalik (terhadap kerusakan akibat pembalikan sambungan),
- b. perlindungan terhadap hubung singkat (melawan arus pendek dari terminal keluaran terhadap bumi),
- c. perlindungan terhadap puncak tegangan (perlindungan terhadap lonjakan tegangan lebih)
- d. Perlindungan terhadap putusnya penghantar (keluaran diblokir jika jalur suplai terputus)One-way light barrier

3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan sensor proksimiti optik !

Sensor optik adalah keluarga dari perangkat yang mendeteksi ada atau tidaknya hampir semua jenis objek tanpa kontak fisik. Oleh karena itu, mereka dapat memenuhi berbagai kebutuhan kontrol: ukuran, atau posisi, menghitung, memonitor kecepatan operasi, dan banyak lagi. Sensor optik terdiri dari pemancar cahaya (transmitter) dan penerima cahaya (receiver).

F. TUGAS

TUGAS 1

Tugas :

1. Amati dan tulislah nama – nama jenis sensor proximity
2. Buatlah laporan tentang jenis – jenis sensor proximity, yang meliputi:
 - a. Macam-macam jenis sensor proximity
 - b. Kegunaan masing-masing sensor proximity
 - c. Gambar masing-masing jenis sensor proximity dan keterangan bagian-bagiannya
 - d. Kegunaan dan aplikasinya.

G. LEMBAR KERJA

Lembar kerja pengamatan dan pembuatan laporan:

1. Alat dan bahan

- a. Sensor proksimiti, yang meliputi:
 - 1) Sensor proksimiti kapasitif
 - 2) Sensor proksimiti induktif

- 3) Sensor proksimiti optic
- b. Keperluan pembuatan laporan:
 - 1) Kertas folio bergaris
 - 2) Pulpen dengan tinta hitam, biru dan merah.
 - 3) Penggaris
 - 4) Buku catatan
 - 5) Pensil
 - 6) Penghapus

2. Langkah kerja:

Langkah kerja dalam praktikum pengamatan sensor proximity pada kegiatan belajar ini adalah sebagai berikut:

- a. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- b. Pastikan alat dan bahan sudah lengkap sebelum melakukan pengamatan.
- c. Lakukan pembongkaran komponen agar lebih mudah dalam melakukan pengamatan
- d. Lakukan pengamatan dengan seksama dan secara detail sesuai dengan uraian prosedur yang telah ditetapkan.
- e. Catatlah hal yang penting pada buku catatan masing-masing siswa
- f. Setelah selesai melakukan pengamatan lakukan perakitan komponen sesuai kondisi awal sebelum dilakukan pengamatan.
- g. Kembalikan sensor proksimiti ke tempat semula.
- h. Buat laporan sesuai dengan format yang telah ditetapkan.

3. Format penyusunan laporan

- a. Halaman Sampul Depan
Halaman sampul depan memuat antara lain judul laporan kegiatan individu, nama penulis/penyusun, nomor induk siswa, kelas, dan nama sekolah.
- b. Halaman Daftar Isi
Daftar isi memuat gambaran menyeluruh tentang isi laporan Kegiatan secara garis besar dan sebagai petunjuk bagi pembaca yang ingin melihat secara langsung suatu pokok bahasan.
- c. BAB I. PENDAHULUAN, meliputi:

1) Latar Belakang

Penulisan latar belakang kegiatan disajikan dalam bentuk uraian secara kronologis diarahkan untuk langsung menuju kegiatan yang dilakukan selama kegiatan. Dapat dijelaskan pula kelebihan tempat dan instruktur kegiatan

2) Tujuan

Tujuan kegiatan berisikan penjelasan secara spesifik tentang hal-hal yang ingin dicapai melalui selama kegiatan, Berkaitan dengan judul menjelaskan kegiatan yang hendak diamati, dianalisis, dan dievaluasi selama kegiatan.

3) Manfaat

Manfaat, berisi uraian manfaat apa yang dicapai dari adanya kegiatan pengamatan sensor proksimiti.

d. BAB II. DASAR TEORI

Pada dasar teori berisikan teori-teori yang mendukung pelaksanaan kegiatan pengamatan sensor proksimiti.

e. BAB III. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang data-data yang didapatkan ketika proses pengamatan. Dan pembahasan dari data hasil pengamatan.

f. BAB IV. PENUTUP

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan hasil pembahasan dan saran.

4. Tata Cara Penulisan Laporan

a. Ukuran kertas:

- 1) Sampul Cover : Bufallo
- 2) Isi laporan : Folio bergaris
- 3) Warna tinta : Hitam, biru, merah.

b. Batas margin dan penulisan:

- 1) Margin kanan : 30 mm
- 2) Margin kiri : 20 mm
- 3) Font : huruf cetak
- 4) Ukuran : disesuaikan

KEGIATAN BELAJAR 6: DIAGRAM STEP PERPINDAHAN (DISPLACEMENT STEP DIAGRAM)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Dapat membaca Diagram step perpindahan (displacement step diagram)
2. Dapat menggambar Diagram step perpindahan (displacement step diagram)
3. Dapat menyelesaikan sistem dengan 2 buah silinder yang sequensial

B. MATERI PEMBELAJARAN

1. Pendahuluan

Mesin-mesin yang ada di dunia industri tidak terdiri dari 1 buah aktuator yang bekerja secara terpisah. Banyak yang terdiri dari beberapa aktuator yang bekerja secara sequensial. Aktuator-aktuator tersebut akan saling terhubung untuk menyelesaikan sebuah tugas. Satu aktuator akan menunggu aktuator lain menyelesaikan tugasnya sebelum bekerja. Maka dari itu kita perlu belajar cara membuat sistem yang terdiri lebih dari 1 buah aktuator. Aktuator – aktuator tersebut juga harus saling terhubung, bekerja secara sequensial atau berurutan sesuai prosedur kerja.

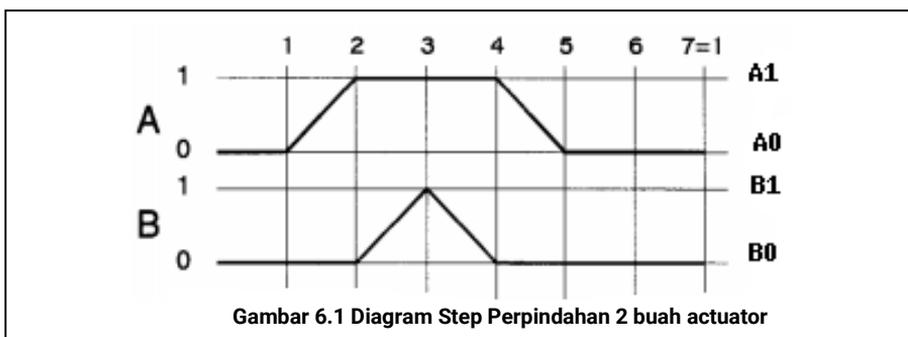
Sebelum kita mempelajari cara membuat sistem tersebut maka kita perlu belajar tentang membaca diagram step perpindahan (displacement step diagram) dan Grafcet.

2. Diagram step perpindahan (displacement step diagram)

Rangkaian pergerakan dari suatu sistem kontrol elektropneumatik digambarkan dalam bentuk grafis dengan suatu diagram fungsi atau disebut juga displacement step diagram. Diagram fungsi ini menggambarkan step perpindahan dari beberapa aktuator yang bekerja berdasarkan waktu dan urutan perpindahan tertentu (sequensial). Diagram fungsi di buat jika silinder yang diperlukan lebih dari satu.

Contoh:

Diagram fungsi dari 2 buah actuator, digambarkan sebagai berikut :

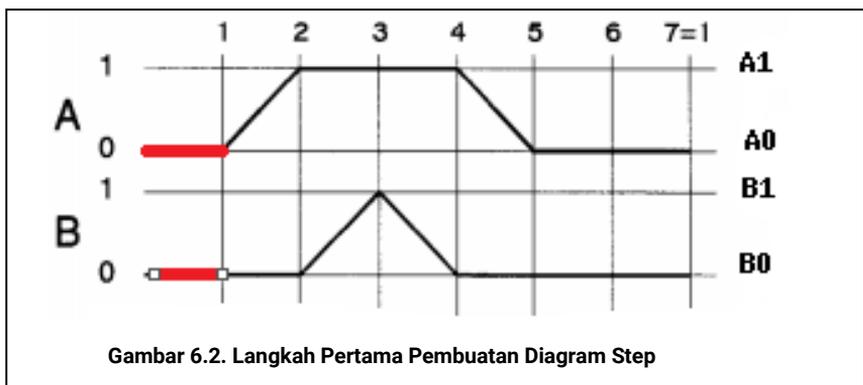


3. Cara membaca dan membuat Diagram step perpindahan (displacement step diagram)

Diagram step perpindahan dibaca berdasarkan waktu yang ditandai dengan nomor pada setiap kolomnya. Pembacaan dimulai dari kiri ke kanan, dari nomor terkecil hingga terbesar. Langkah pembacaan dan pembuatan seperti dibawah ini:

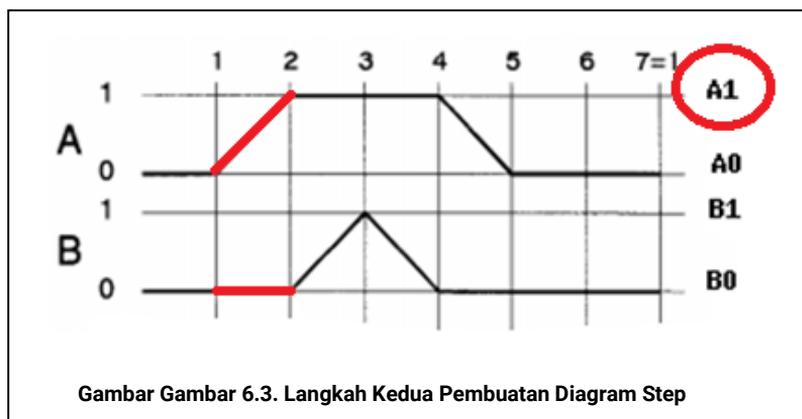
a. Langkah pertama:

Lihat kolom pertama pada diagram step perpindahan. Langkah pertama ini bisa disebut *initial position* (posisi awal). Di contoh ini, posisi awal semua silinder dalam keadaan minimum atau belum aktif dan di posisi mundur.



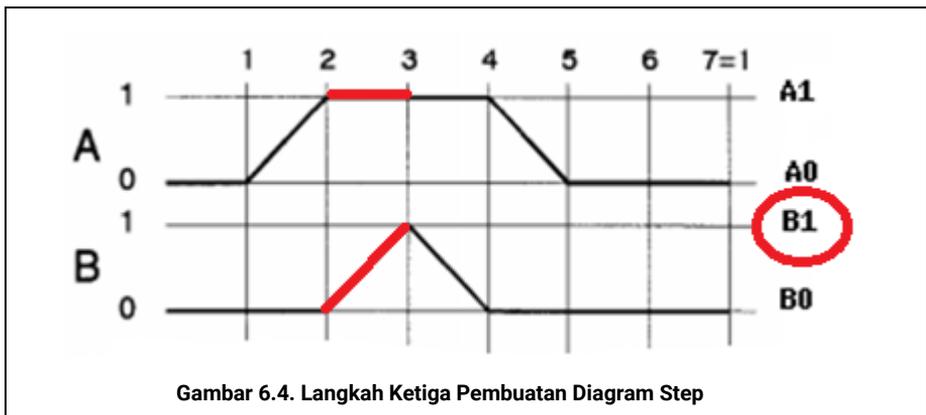
b. Langkah kedua:

Lihat kolom kedua pada diagram step perpindahan. Langkah kedua menunjukan pergerakan silinder awal. pada diagram ini silinder A bergerak maju dan silinder B masih tetap di posisi sebelumnya. Pergerakan silinder A menyebabkan sensor/ sakelar pembatas yang teraktuasi berganti. Sensor / sakelar pembatas yang sebelumnya A0 menjadi A1.



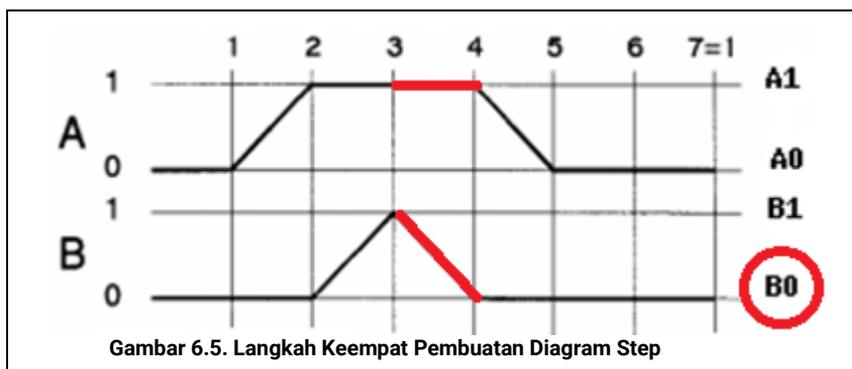
c. Langkah ketiga:

Lihat kolom ketiga pada diagram step perpindahan. Langkah ketiga menunjukan pergerakan silinder B. Silinder B bergerak maju sementara silinder A mempertahankan posisi di maksimum. Pergerakan silinder B menyebabkan sensor/ sakelar pembatas yang teraktuasi berganti. Sensor / sakelar pembatas yang sebelumnya B0 menjadi B1.



d. Langkah keempat:

Lihat kolom keempat pada diagram step perpindahan. Langkah keempat menunjukan pergerakan silinder B. Silinder B bergerak mundur sementara silinder A mempertahankan posisi di maksimum. Pergerakan silinder B menyebabkan sensor/ sakelar pembatas yang teraktuasi berganti. Sensor / sakelar pembatas yang sebelumnya B1 menjadi B0.



e. Langkah kelima:

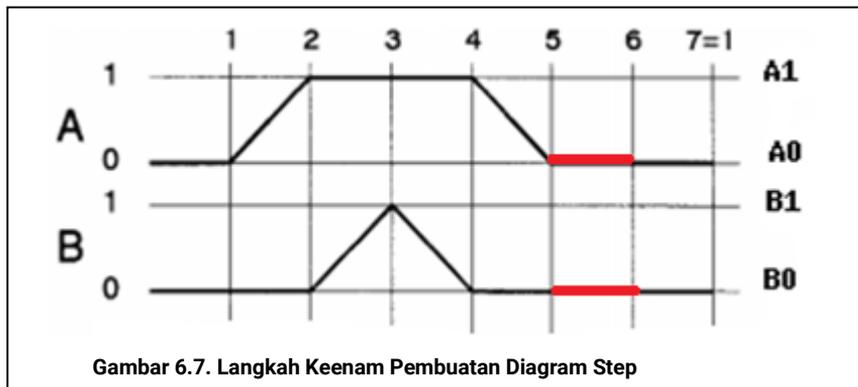
Lihat kolom kelima pada diagram step perpindahan. Langkah kelima menunjukan pergerakan silinder A. Silinder A bergerak mundur sementara silinder B mempertahankan

posisi di minimum. Pergerakan silinder A menyebabkan sensor/ sakelar pembatas yang teraktuator berganti. Sensor / sakelar pembatas yang sebelumnya A1 menjadi A0.



f. Langkah keenam:

Lihat kolom keenam pada diagram step perpindahan. Langkah keenam menunjukan kembalinya pergerakan semua silinder ke posisi awal sebelum ada aktuasi. Kolom ketujuh tidak diperlukan jika hanya 2 buah silinder yang dijalankan. Untuk lebih dari 2 silinder, maka jumlah kolom juga menyesuaikan bentuk dari pergerakan setiap silinder dan jenis pergerakannya.

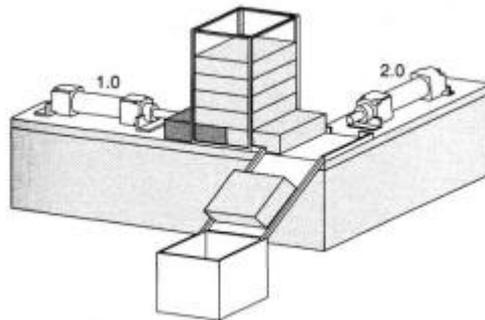


4. Latihan Pembuatan Diagram

1. Percobaan 1
- 1) Permasalahan

Rangkaian pneumatik yang digunakan untuk memindahkan suatu benda kerja dari satu posisi ke posisi yang lain. Terdapat 2 buah silinder yang bekerja secara sequensial.

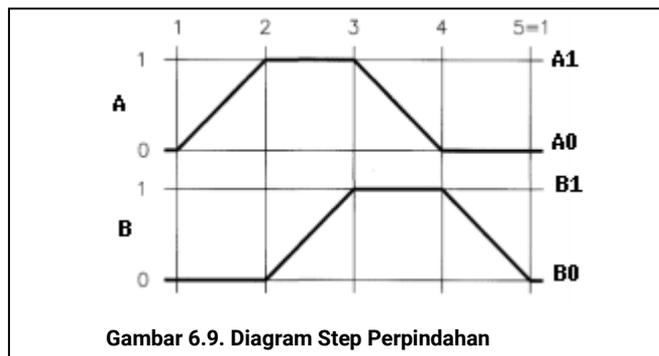
Silinder 1 (A) akan mendorong benda selanjutnya setelah benda terdorong maju oleh silinder 1 (A) maka silinder 2 (B) akan mendorong benda untuk masuk kedalam box. Saat box sudah terdorong jatuh (silinder 2 mencapai maksimum). Silinder 1 (A) akan bergerak mundur. Setelah silinder 1 (A) sampai minimum maka silinder 2 (B) akan bergerak mundur.



Gambar 6.8. Rangkaian Pneumatik Mesin Pemindah Barang

2) Pemecahan

Dengan membaca permasalahan diatas, maka dapat disimpulkan secara sequensial pergerakan 2 buah silinder A dan B sebagai berikut : A+B+A-B- (A maju, B maju, A mundur, B mundur). Dan dengan begitu gambar dari diagram step perpindahan seperti dibawah ini:

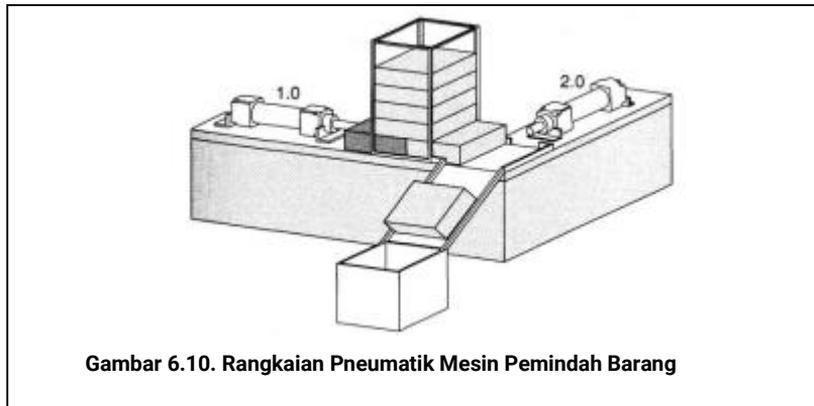


2. Percobaan 2

a) Permasalahan

Rangkaian pneumatik yang digunakan untuk memindahkan suatu benda kerja dari satu posisi ke posisi yang lain. Terdapat 2 buah silinder yang bekerja secara sequensial. Silinder 1 (A) akan mendorong benda selanjutnya setelah benda terdorong maju oleh silinder 1 (A) maka silinder 2 (B) akan mendorong benda untuk masuk kedalam box. Saat

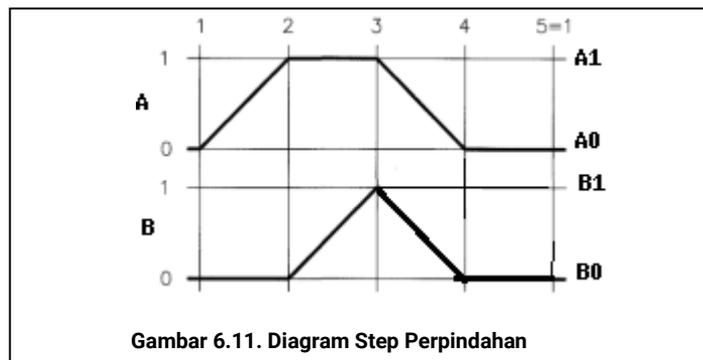
box sudah terdorong jatuh (silinder 2 mencapai maksimum). Silinder 1 (A) dan silinder 2 (B) akan bergerak mundur bersama-sama.



Gambar 6.10. Rangkaian Pneumatik Mesin Pemindah Barang

b) Pemecahan

Pergerakan silinder hampir sama dengan percobaan 1, tetapi berbeda saat kembalinya. Dengan membaca permasalahan diatas, maka dapat disimpulkan secara sequensial pergerakan 2 buah silinder A dan B sebagai berikut : $A+B+(A-B)$ (A maju, B maju, A dan B mundur). Dan dengan begitu gambar dari diagram step perpindahan seperti dibawah ini:



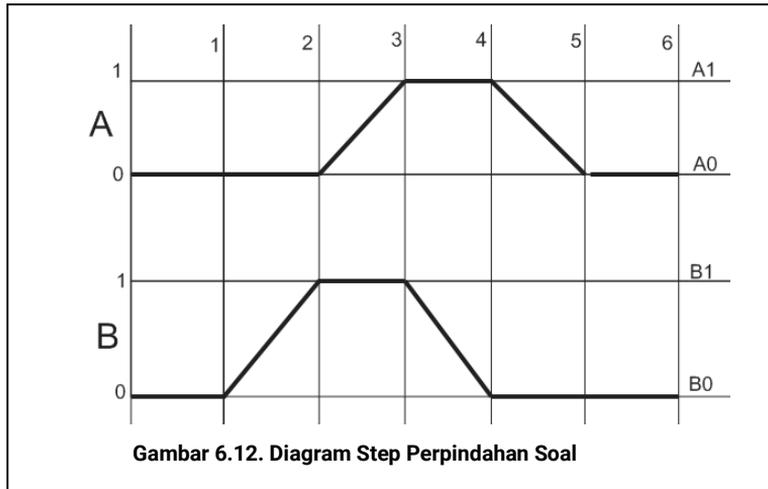
Gambar 6.11. Diagram Step Perpindahan

5. Penerapan Diagram step perpindahan (displacement step diagram)

a. Percobaan 3 (pneumatik murni)

1) Permasalahan

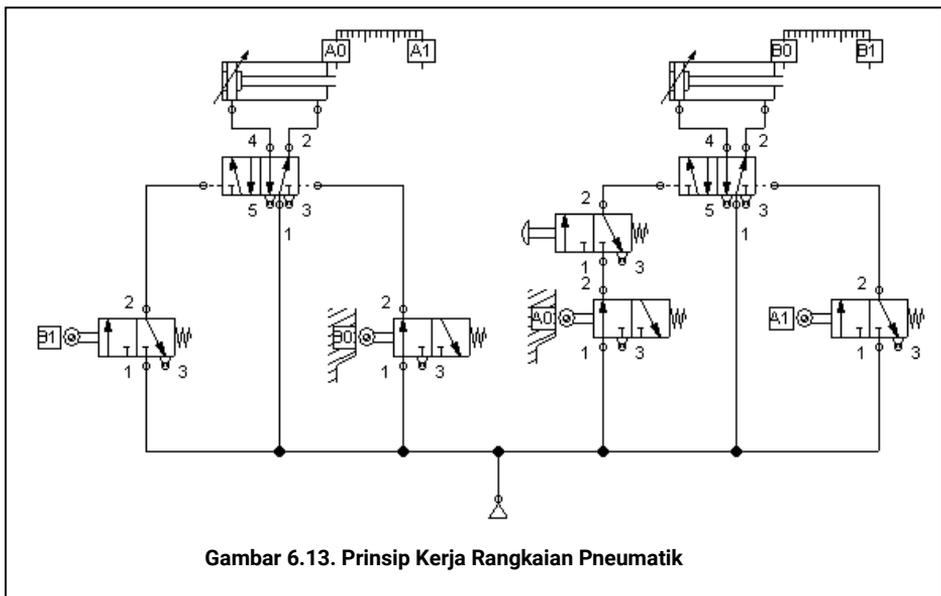
Buatlah sistem pneumatik 2 buah silinder yang bergerak berdasarkan diagram step perpindahan berikut ini. Sistem akan bekerja setelah tombol S1 ditekan.



2) Pemecahan

Untuk memecahkan masalah tersebut , diperlukan komponen sebagai berikut :

- i) Udara bertekanan sebagai sumber daya
 - j) KKA 3/2 dengan kerja manual (tombol) sebagai tombol S1
 - k) KKA 3/2 dengan kerja mekanik sebagai limit switch
 - l) Silinder kerja ganda dan KKA 5/2 dengan selenoid valve ganda
 - m) Selang penghubung
- 3) Prinsip Kerja Rangkaian

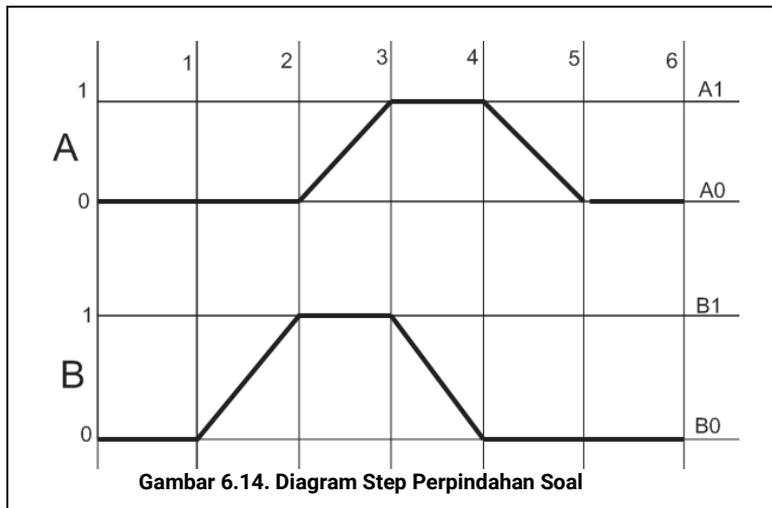


Rangkaian akan bekerja saat tombol S1 ditekan. Silinder B akan maju terlebih dahulu saat S1 ditekan. Kemudian setelah silinder B mencapai maksimum, silinder A akan bergerak maju karena Limit B1 yang teraktuasi saat silinder B mencapai maksimum. Setelah silinder A maju maksimum dan mengaktuasi limit A1. A1 akan menyebabkan silinder B bergerak mundur. Saat silinder B mencapai posisi minimum dan mengaktuasi limit B0. Maka silinder A akan bergerak mundur. Langkah ini akan terus berulang saat tombol S1 ditekan.

b. Percobaan 4 (elektropneumatik)

1) Permasalahan

Buatlah sistem elektropneumatik 2 buah silinder yang bergerak berdasarkan diagram step perpindahan berikut ini. Sistem akan bekerja setelah tombol SF1 ditekan.

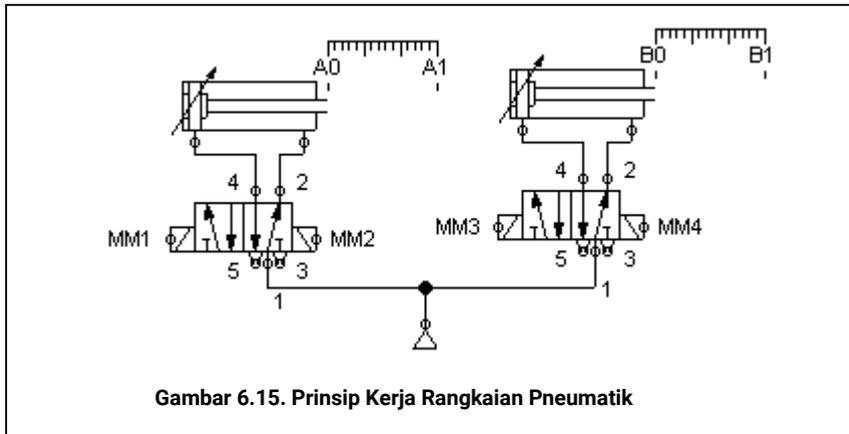


2) Pemecahan

Untuk memecahkan masalah tersebut, diperlukan komponen sebagai berikut :

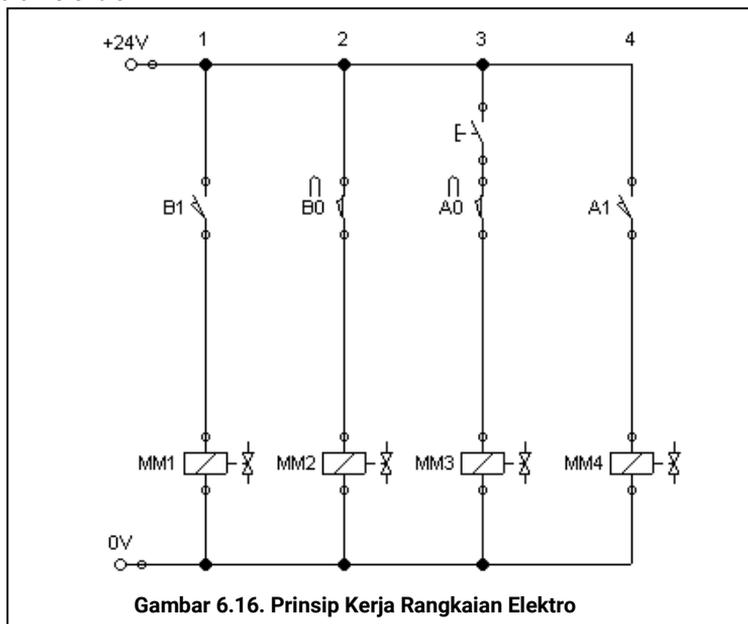
- a) Udara bertekanan dan +24v dan 0v sebagai sumber daya
- b) Sakelar pembatas
- c) Selenoid valve
- d) Relay
- e) Tombol tekan
- f) Silinder kerja ganda dan KKA 5/2 dengan selenoid valve ganda
- g) Selang penghubung dan kabel penghubung

3) Prinsip Kerja Rangkaian Rangkaian Pneumatik



Gambar 6.15. Prinsip Kerja Rangkaian Pneumatik

Rangkaian elektro



Gambar 6.16. Prinsip Kerja Rangkaian Elektro

Rangkaian akan bekerja saat tombol SF1 ditekan. Silinder B akan maju terlebih dahulu saat SF1 ditekan. Kemudian setelah silinder B mencapai maksimum, silinder A akan bergerak maju karena Limit B1 yang teraktuator saat silinder B mencapai maksimum. Setelah silinder A maju maksimum dan mengaktuator limit A1. A1 akan menyebabkan silinder B bergerak mundur. Saat silinder B mencapai posisi minimum

dan mengaktuator limit B0. Maka silinder A akan bergerak mundur. Langkah ini akan terus berulang saat tombol S1 ditekan.

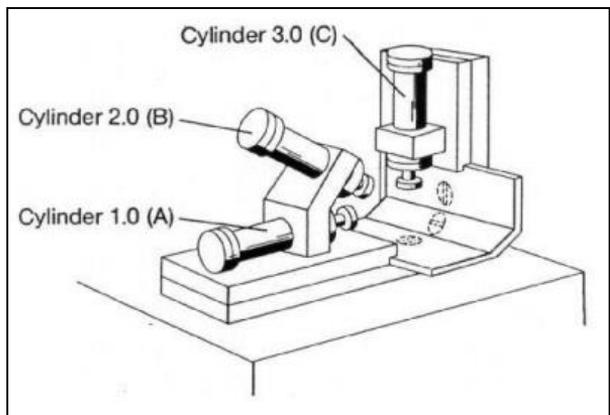
C. RANGKUMAN

- Diagram step perpindahan akan mempermudah dalam pembacaan soal dan pergerakan setiap silinder dari waktu ke waktu.
- Mesin – mesin di industri menjalankan lebih dari satu aktuator, maka dari itu kita harus mempelajari cara kerja dan cara membuat sistem yang terdiri dari 2 atau lebih silinder.

D. TES FORMATIF

1. Buatlah diagram step perpindahan dari soal berikut ini:

Sebuah mesin stempel akan bergerak bergantian untuk menstempel benda kerja. Silinder akan bekerja bergantian setelah selesai menstempel. Pertama silinder A akan maju dan mundur, setelah itu dilanjutkan silinder B maju mundur. Dan yang terakhir silinder C maju mundur.

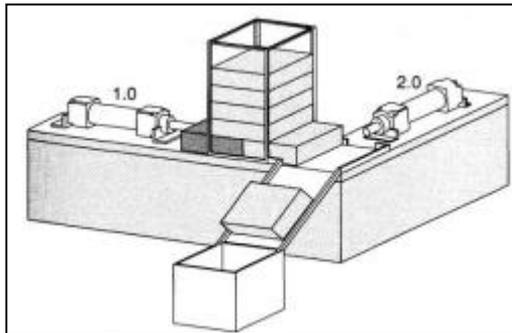


.....

.....

.....

2. Rangkaian pneumatik yang digunakan untuk memindahkan suatu benda kerja dari satu posisi ke posisi yang lain. Terdapat 2 buah silinder yang bekerja secara sequensial. Posisi awal silinder A berada pada posisi maksimum dan silinder B pada posisi maksimum. Saat tombol S1 ditekan silinder A akan mundur dan mengambil benda kerja baru. Saat silinder A mencapai minimum. Silinder B akan mundur sampai minimum kemudian disusul silinder A akan maju sampai maksimum. Kemudian silinder B akan maju. Prose selesai.



- a. Buatlah diagram step perpindahanya
- b. Buat rangkaian pneumatik murni dan amati pergerakan silinder
- c. Buat rangakain elektropneumatik dan amati pergerakan silinder

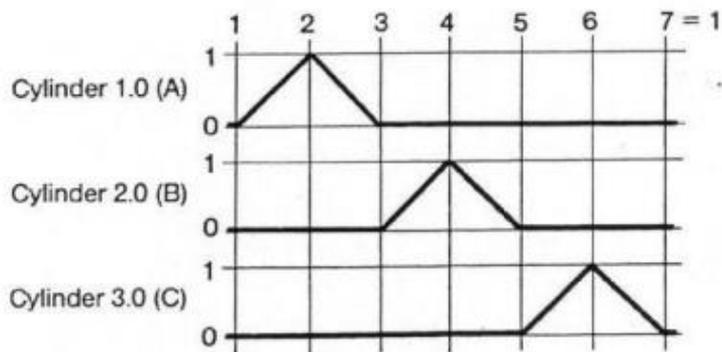
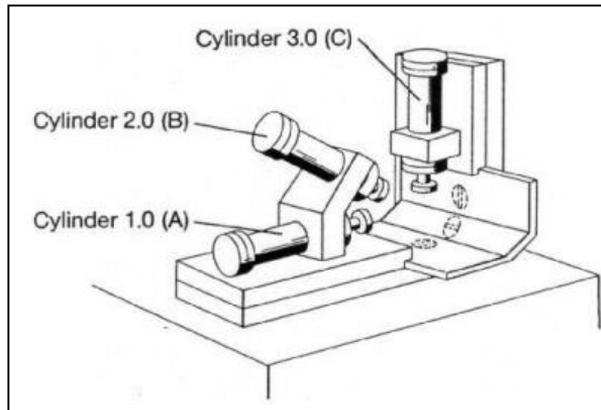
.....

.....

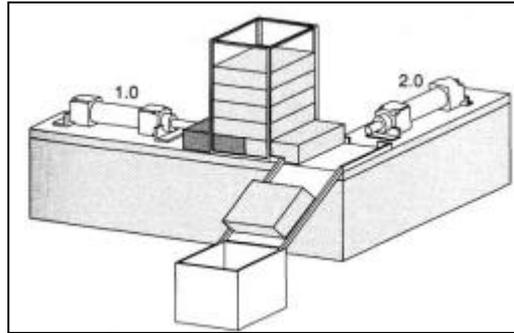
.....

E. KUNCI JAWABAN

1. Buatlah diagram step perpindahan dari soal berikut ini:
 Sebuah mesin stempel akan bergerak bergantian untuk menstempel benda kerja. Silinder akan bekerja bergantian setelah selesai menstempel. Pertama silinder A akan maju dan mundur, setelah itu dilanjutkan silinder B maju mundur. Dan yang terakhir silinder C maju mundur.

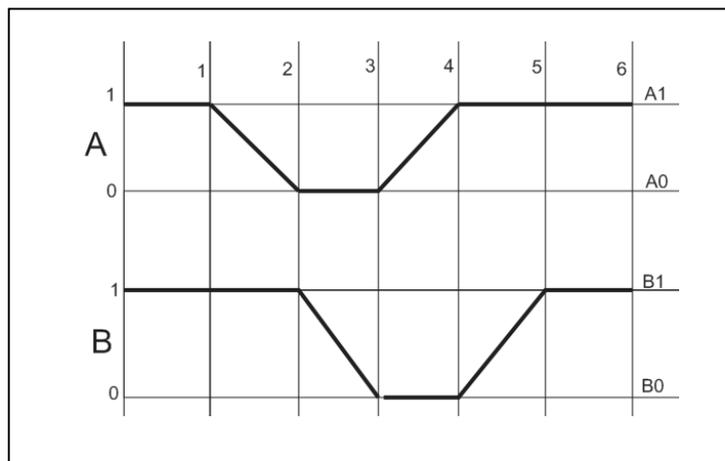


2. Rangkaian pneumatik yang digunakan untuk memindahkan suatu benda kerja dari satu posisi ke posisi yang lain. Terdapat 2 buah silinder yang bekerja secara sequensial. Posisi awal silinder A berada pada posisi maksimum dan silinder B pada posisi maksimum . Saat tombol S1 ditekan silinder A akan mundur dan mengambil benda kerja baru. Saat silinder A mencapai minimum. Silinder B akan mundur sampai minimum kemudian disusul silinder A akan maju sampai maksimum. Kemudian silinder B akan maju. Prose selesai.

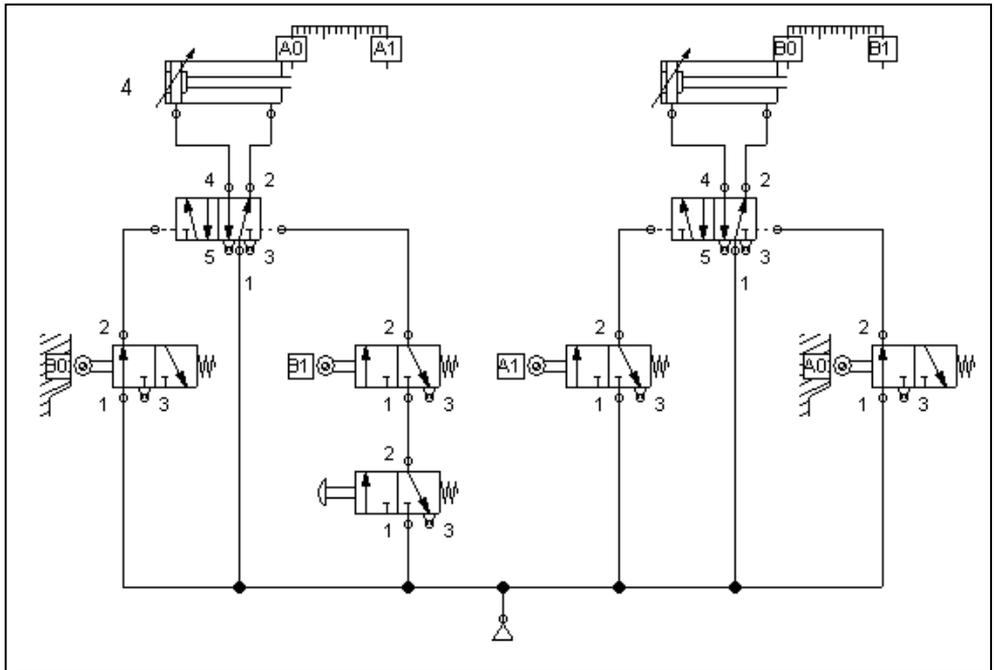


- a. Buatlah diagram step perpindahanya
- b. Buat rangkaian pneumatik murni dan amati pergerakan silinder
- c. Buat rangakain elektropneumatik dan amati pergerakan silinder

- a. Diagram step perpindahan

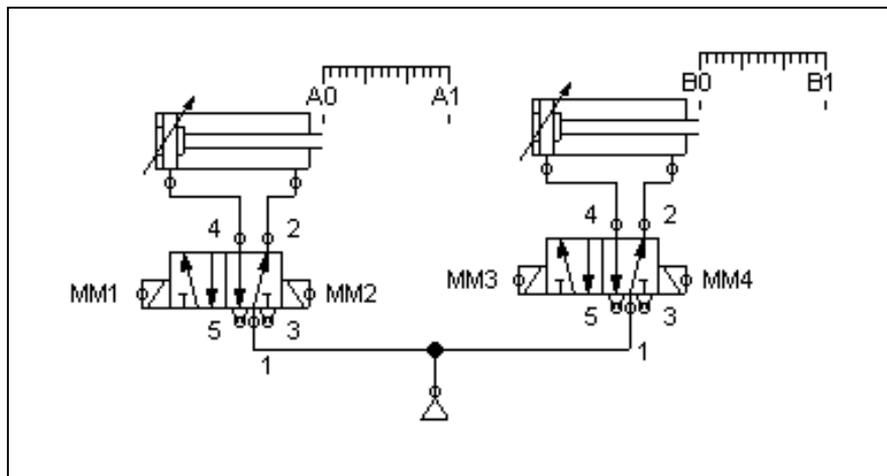


b. Rangkaian pneumatik murni dan amati pergerakan silinder

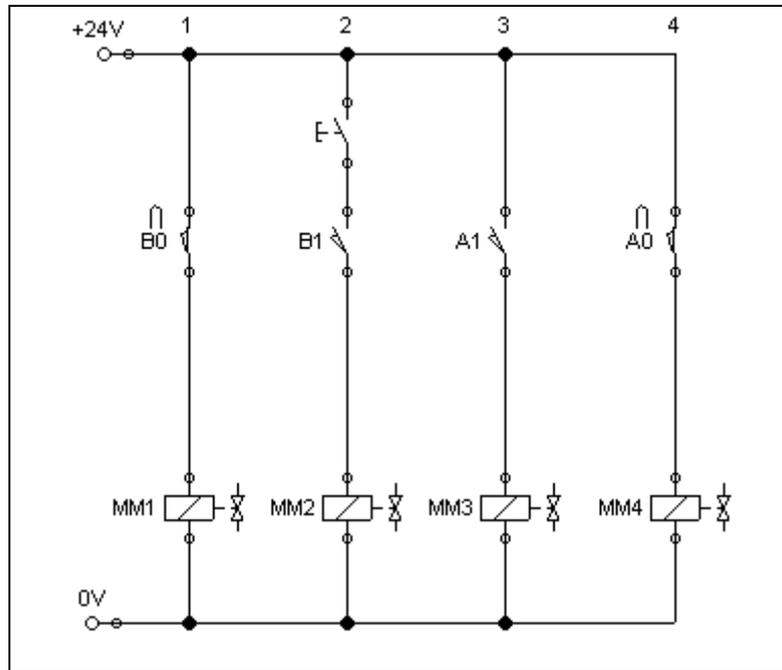


c. Rangkaian elektro pneumatik

Rangkain aktuator



Rangkaian Elektro



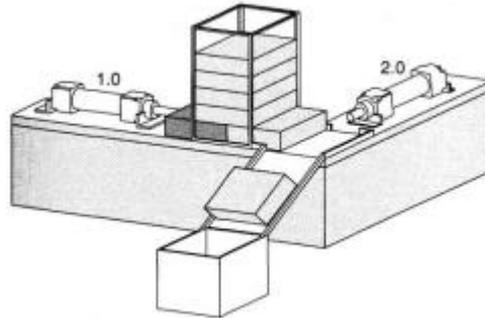
F. TUGAS

TUGAS 1

Permasalahan

1. Rangkaian pneumatik yang digunakan untuk memindahkan suatu benda kerja dari satu posisi ke posisi yang lain. Terdapat 2 buah silinder yang bekerja secara sequensial. Posisi awal silinder A berada pada posisi maksimum dan silinder B pada posisi maksimum. Saat tombol S1 ditekan silinder A akan mundur dan mengambil benda kerja baru. Saat silinder A mencapai minimum. Silinder B akan mundur

sampai minimum kemudian disusul silinder A akan maju sampai maksimum. Kemudian silinder B akan maju. Prose selesai.



Tugas :

- a. Buatlah diagram step perpindahanya
- b. Buat rangkaian pneumatik murni dan amati pergerakan silinder
- c. Buat rangakain elektropneumatik dan amati pergerakan silinder
- d. Realisasikan kontrol langsung pada papan peraga.

G. LEMBAR KERJA

1. Percobaan 1

Lakukan penggambaran diagram step perpindahan sesuai dengan soal cerita. Untuk membantu dalam pemahaman dan penggambaran. Lengkapi tabel berikut ini sesuai dengan pergerakan silinder.

Step	Silinder
Step awal (posisi awal semua silinder)	
Step 1	
Step 2	
Step 3	
Step 4	

Setelah tabel lengkap. Mulailah melakukan penggambaran.

	1	2	3	4	5	6	
A	1						A1
	0						A0
B	1						B1
	0						B0

2. Percobaan 2

Lakukan penggambaran diagram step perpindahan sesuai dengan soal cerita. Untuk membantu dalam pemahaman dan penggambaran. Lengkapi tabel berikut ini sesuai dengan pergerakan silinder.

Step	Silinder
Step awal (posisi awal semua silinder)	
Step 1	
Step 2	
Step 3	
Step 4	

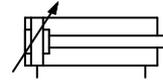
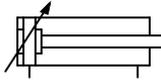
Setelah tabel lengkap. Mulailah melakukan penggambaran.

	1	2	3	4	5	6	
A	1						A1
	0						A0
B	1						B1
	0						B0

3. Percobaan 3

Persiapan Pengoperasian

Sebelum mengoperasikan pneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian perlu dilengkapi sebelum merangkai pada papan peraga. Lengkapi gambar.



Pengoperasian

- 1) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		1A	
2		2A	
3		S1	
4		A0	
5		A1	
6		B0	
7		B1	
8		2V1	
9		1V1	

- 2) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- 3) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.

- 4) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar.
- 5) Switch on katup pada unit pelayanan udara
- 6) Operasikan kontrol silinder kerja ganda dengan menekan tombol S1 kemudian isi tabel berikut sesuai pergerakan silinder :

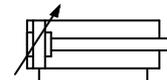
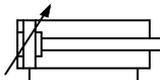
No	Step	Silinder
1	Step awal	
2	Step 1	
3	Step 2	
4	Step 3	
5	Step 4	

- 7) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik
- 8) Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen.

4. Percobaan 4

Persiapan Pengoperasian

Sebelum mengoperasikan pneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian perlu dilengkapi sebelum merangkai pada papan peraga. Lengkapi gambar.



+24V


0V


Pengoperasian

- a) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		1A	
2		2A	
3		S1	
4		A0	
5		A1	
6		B0	
7		B1	
8		2V1	
9		1V1	

- b) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
 c) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.
 d) Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.

- e) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar. Dan cek kembali sambungan kabel, jangan terjadi konsleting.
- f) Switch on katup pada unit pelayanan udara dan unit power supply.
- g) Operasikan kontrol silinder kerja ganda dengan menekan tombol S1 kemudian isi tabel berikut sesuai pergerakan silinder :

No	Step	Silinder
1	Step awal	
2	Step 1	
3	Step 2	
4	Step 3	
5	Step 4	

- h) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik. Switch -off unit power supply dan lepas kabel penghubung.
- i) Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen.

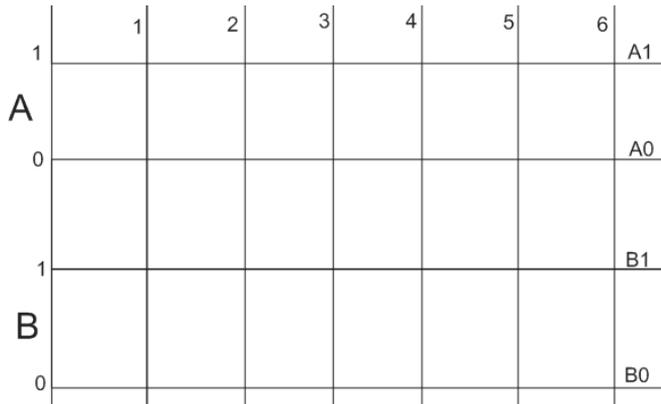
A. LEMBAR KERJA TUGAS

1. Gambar diagram step perpindahan

Lakukan penggambaran diagram step perpindahan sesuai dengan soal cerita. Untuk membantu dalam pemahaman dan penggambaran. Lengkapi tabel berikut ini sesuai dengan pergerakan silinder.

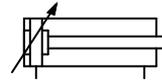
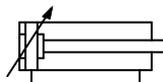
Step	Silinder
Step awal (posisi awal semua silinder)	
Step 1	
Step 2	
Step 3	
Step 4	

Setelah tabel lengkap. Mulailah melakukan penggambaran.



2. Perangkaian Pneumatik murni
Persiapan Pengoperasian

Sebelum mengoperasikan pneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian perlu dilengkapi sebelum merangkai pada papan peraga. Lengkapi gambar.



Pengoperasian

- 1) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		1A	
2		2A	

3		S1	
4		A0	
5		A1	
6		B0	
7		B1	
8		2V1	
9		1V1	

- 2) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- 3) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.
- 4) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar.
- 5) Switch on katup pada unit pelayanan udara
- 6) Operasikan kontrol silinder kerja ganda dengan menekan tombol S1 kemudian isi tabel berikut sesuai pergerakan silinder :

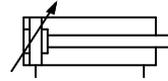
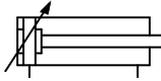
No	Step	Silinder
1	Step awal	
2	Step 1	
3	Step 2	
4	Step 3	
5	Step 4	

- 7) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik
- 8) Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen.

3. Perangkaian Elektropneumatik

Persiapan Pengoperasian

Sebelum mengoperasikan pneumatik langkah-langkah berikut perlu dijalankan agar pengoperasian dapat berjalan dengan lancar. Gambar rangkaian perlu dilengkapi sebelum merangkai pada papan peraga. Lengkapi gambar.



Pengoperasian

- 1) Siapkan komponen yang akan digunakan dengan daftar komponen sebagai berikut.

No	Daftar Komponen	Tanda	Jumlah
1		1A	
2		2A	
3		S1	
4		A0	
5		A1	
6		B0	
7		B1	
8		2V1	
9		1V1	

- 2) Pasang komponen-komponen pada papan trainer.
- 3) Sambung slang 4 mm pada lubang-lubang komponen pneumatik sesuai gambar rangkaian.
- 4) Sambungkan rangkaian elektro dengan kabel penghubung sesuai gambar rangkaian.
- 5) Cek kembali sambungan pada slang apakah telah tersambung dengan benar. Dan cek kembali sambungan kabel, jangan terjadi konsleting.
- 6) Switch on katup pada unit pelayanan udara dan unit power supply.
- 7) Operasikan kontrol silinder kerja ganda dengan menekan tombol S1 kemudian isi tabel berikut sesuai pergerakan silinder :

No	Step	Silinder
1	Step awal	
2	Step 1	
3	Step 2	
4	Step 3	
5	Step 4	

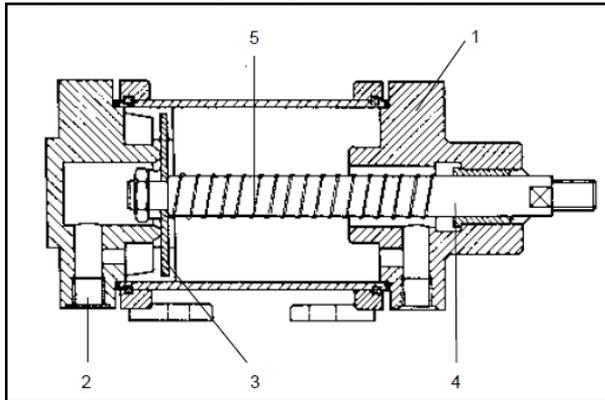
- 8) Switch-off katup unit pelayanan udara dan lepas slang-slang dari lubang komponen pneumatik. Switch –off unit power supply dan lepas kabel penghubung.
- 9) Kembalikan semua komponen dan slang pada tempat komponen.

BAB III EVALUASI

A. TES KOGNITIF

Jawablah soal dibawah ini dengan baik:

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



1.
2.
3.
4.
5.

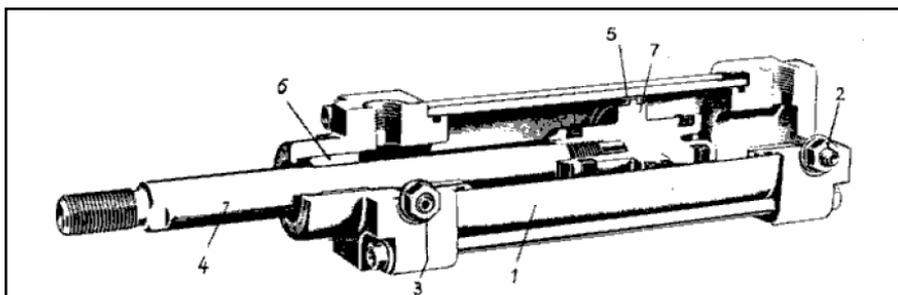
2. Jelaskan prinsip kerja silinder kerja tunggal!

.....

.....

.....

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



1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.

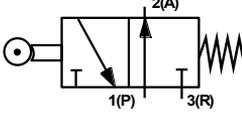
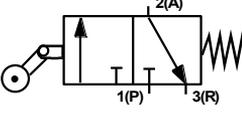
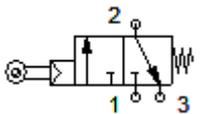
4. Sebutkan dan jelaskan macam-macam katup tekanan!

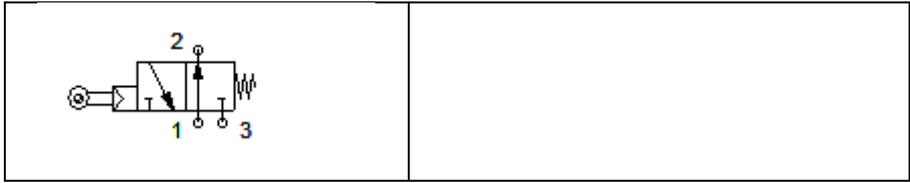
.....

5. Jelaskan pengertian katup 3/2!

.....

6. Perhatikan symbol pneumatic dibawah ini, lengkapi keterangan gambar symbol di bawah ini:

Symbol dalam pneumatic	Keterangan
	
	
	



7. Jelaskan pengertian tombol tekan dan sakelar tekan!

.....

.....

.....

8. Sebutkan 3 bagian elemen kontrol yang berbeda antara pneumatik dan elektropneumatik!

.....

.....

.....

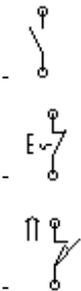
9. Jelaskan secara singkat prinsip kerja relay!

.....

.....

.....

10. Sebutkan nama dan keterangan dari kontak dibawah ini



.....

.....

.....

11. Pada sensor proximity terdapat 3 kabel, sebutkan untuk apa saja kabel tersebut

.....
.....
.....

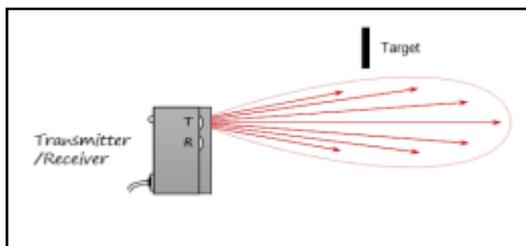
12. Jelaskan secara singkat prinsip kerja sakelar pembatas N/C!

.....
.....
.....

13. Jelaskan perbedaan utama antara sensor proksimiti induktif dan sensor proksimiti kapasitif.

.....
.....
.....

14. Sensor seperti gambar di bawah ini termasuk sensor apa? Jelaskan!



.....
.....
.....

15. Jelaskan pengertian diagram step perpindahan?

.....

.....

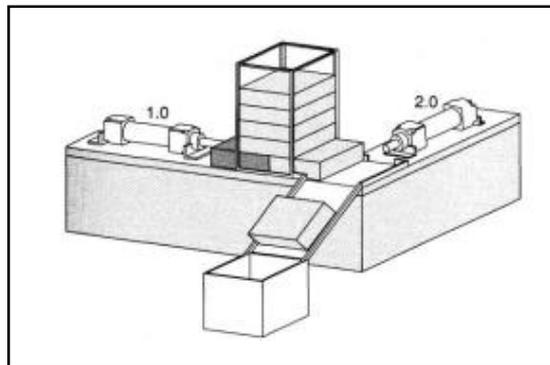
.....

B. TES PSIKOMOTORIK

Waktu Tes Praktik 90 menit

Permasalahan:

Rangkaian pneumatik yang digunakan untuk memindahkan suatu benda kerja dari satu posisi ke posisi yang lain. Terdapat 2 buah silinder yang bekerja secara sequensial. Posisi awal silinder A berada pada posisi maksimum dan silinder B pada posisi maksimum. Saat tombol S1 ditekan silinder A akan mundur dan mengambil benda kerja baru. Saat silinder A mencapai minimum. Silinder B akan mundur sampai minimum kemudian disusul silinder A akan maju sampai maksimum. Kemudian silinder B akan maju. Prose selesai.



Soal:

- a. Buatlah diagram step perpindahanya
- b. Buatlah rangkaian simulasi pneumatik murni
- c. Merangkai rangkain yang telah dibuat pada simulasi ke papan peraga dan amati pergerakan silinder

C. PENILAIAN SIKAP

Penilaian sikap digunakan untuk menilai sikap peserta didik saat melakukan ujian.

Dapat dilihat seperti tabel dibawah.

No	Aspek Penilaian	Kesesuaian		Poin
		YA	TIDAK	
1	Persiapan alat dan bahan sebelum memulai tes (15 poin)			
2.	Sikap kerja (40 poin) a. Penggunaan alat K3 b. Bekerja dengan aman c. Memelihara alat-alat kerja d. Menjaga lingkungan bersih, aman dan sehat setelah praktik			
3	Pengunaan alat dan bahan (35poin) a.ketepatan penggunaan alat dan bahan b. metoda penggunaan alat c. ke efisiensian penggunaan alat			
4	Kerapian hasil produk			

D. PRODUK ATAU BENDA KERJA SESUAI KRITERIA STANDAR

Kesesuaian benda kerja dengan manual dan produk rangkaian yang sesuai dengan standard. Kesesuaian disini dimasukkan dalam penilaian praktik. Hasil praktik yang memenuhi standart harus sesuai mulai dari ketepatan rangkaian, kesesuaian fungsi, kerapian rangkaian.

E. BATASAN WAKTU YANG TELAH DITETAPKAN

Batasan waktu yan telah ditetapkan dalam evaluasi pada modul ini adalah sebagai berikut:

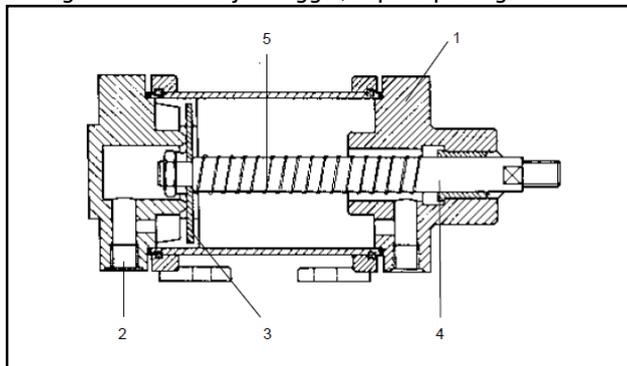
1. Waktu tes fomratif selama 60 menit masing-masing 1 soal memiliki waktu 4 menit. Jumlah soal tes formatif uraian 15 soal.
2. Waktu Tes Psikomotorik/tes praktik selama 90 menit. Kriteria waktu dapat dilihat sesuai yang telah dibuat diatas yaitu :

- a. Persiapan alat 10 menit.
- b. Pembuatan diagram step 15 menit.
- c. Pembuatan simulasi fluid sim 20 menit.
- d. Pembuatan rangkaian pada papan pneumatic 30 menit
- e. Uji kinerja rangkaian 10 menit
- f. Merapikan komponen 5 menit

F. KUNCI JAWABAN

1. TES FORMATIF

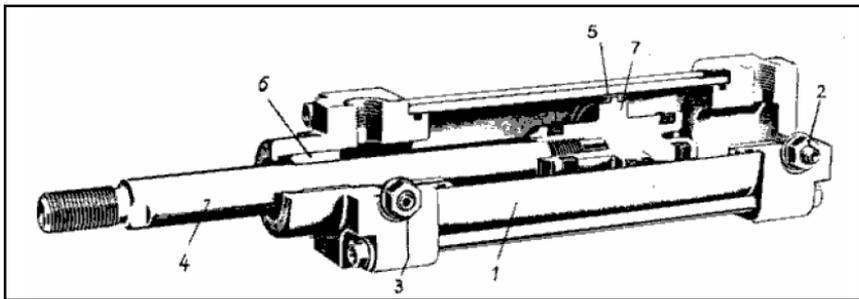
1. Sebutkan bagian-bagian silinder kerja tunggal, seperti pada gambar berikut!



1. Rumah silinder
 2. Lubang masuk udara bertekanan
 3. Piston
 4. Batang piston
 5. Pegas pengembali
2. Jelaskan prinsip kerja silinder kerja tunggal!

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.

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



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

4. Sebutkan dan jelaskan 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 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.

- Katup pembatas tekanan (Pressure Limiting Valve)

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.

- Katup sakelar tekanan (Sequence Valve)

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

5. Jelaskan pengertian 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.

6. Perhatikan symbol pneumatic dibawah ini, lengkapi keterangan gambar symbol di bawah ini:

Symbol dalam pneumatic	Keterangan
	Katup 3/2 N/O dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas (limit switch).
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan rol idle dan kembali dengan pegas.
	Katup 3/2 N/O dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas dilengkapi dengan katup pilot internal.
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas dilengkapi dengan katup pilot internal.

7. Jelaskan pengertian tombol tekan dan sakelar tekan!

- Tombol tekan adalah hanya dapat mempertahankan posisi yang ditentukan sepanjang sakelar tersebut telah diaktuasikan (ditekan).
- Sakelar tekan adalah sakelar yang posisinya akan tetap, tidak berubah sampai pada posisi sakelar yang baru ditentukan.

8. Sebutkan 3 bagian elemen kontrol yang berbeda antara pneumatik dan elektropneumatik!

- input sinyal
- pemroses
- output sinyal

9. Jelaskan secara singkat prinsip kerja relay!

Bila sumber tegangan diberikan pada kumparan solenoid, maka akan terbangkit suatu medan elektromagnetik yang mengakibatkan tertariknya armatur ke inti kumparan. Armature tersebut menggerakkan kontak relai apakah menutup atau membuka sesuai dengan perancangannya.

10. sebutkan nama dan keterangan dari kontak dibawah ini



- kontak N/O
- Sakelar tekan dengan kontak N/C
- kontak N/C teraktuasi

11. Pada sensor proximity terdapat 3 kabel, sebutkan untuk apa saja kabel tersebut

- Satu kabel untuk tegangan suplai positif,
- Satu kabel untuk tegangan suplai negatif,
- Satu kabel untuk sinyal atau output sakelar

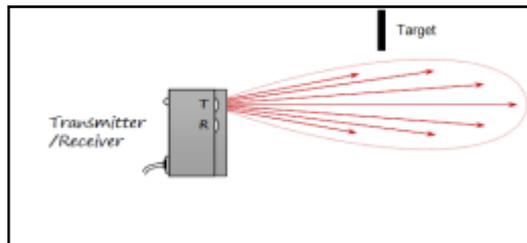
12. Jelaskan secara singkat prinsip kerja sakelar pembatas N/C!

Dalam keadaan tidak aktif kontak N/C dalam keadaan tertutup. Jika rol tertekan maka pengungkit menarik plat penghubung kontak ke atas sehingga kontak N/C terbuka. Bila tekanan pada rol hilang, pegas penahan tekanan kembali ke posisi semula dan pegas penahan kontak menekan plat penghubung kontak ke bawah, akibatnya posisi kontak kembali seperti semula.

13. Jelaskan perbedaan utama antara sensor proksimiti induktif dan sensor proksimiti kapasitif.

Sensor proximity induktif menghasilkan medan magnet jadi hanya benda logam yang akan tersensor tetapi sensor proximity kapasitif menghasilkan kapasitansi yang akan berubah jika didekati benda apapun.

14. Sensor seperti gambar di bawah ini termasuk sensor apa? Jelaskan!



Diffuse reflective optical sensor

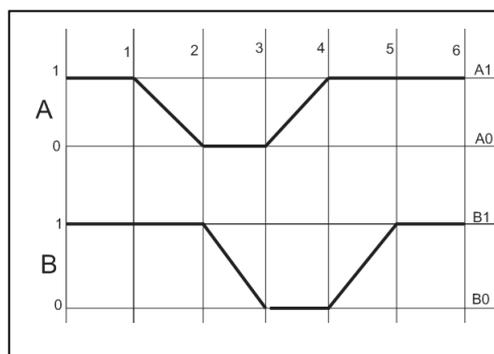
Pada diffuse reflective optical sensor, pemancar dan penerima dipasang bersama dalam satu unit. Jika sinar menyinari benda yang memantulkan, maka benda memantulkan sinar kembali ke penerima dan menyebabkan sensor mengeluarkan sinyal (tegangan).

15. Jelaskan pengertian diagram step perpindahan?

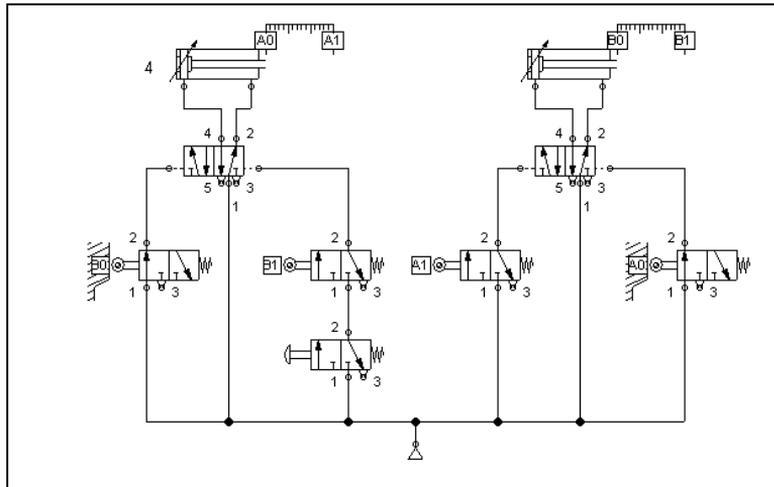
Rangkaian pergerakan dari suatu sistem kontrol yang digambarkan dalam bentuk grafis dengan suatu diagram fungsi atau disebut juga displacement step diagram

2. TES PSIKOMOTORIK

a. Diagram step perpindahan

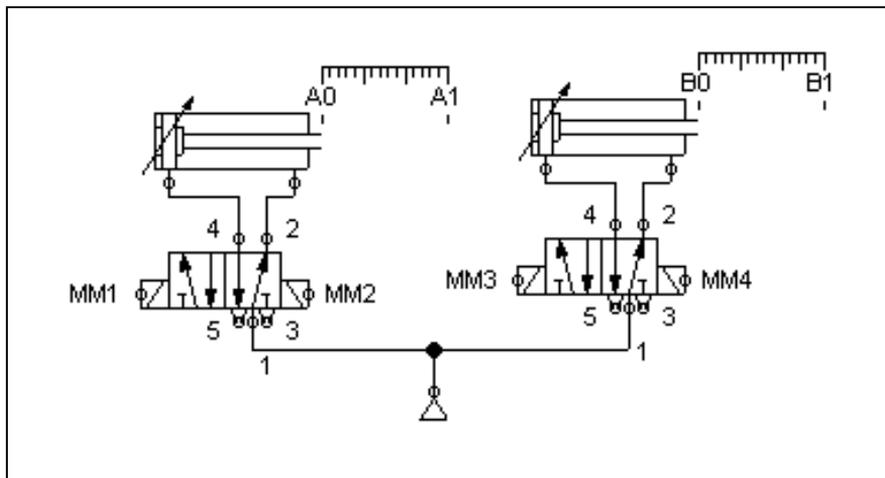


b. Rangkaian pneumatik murni dan amati pergerakan silinder

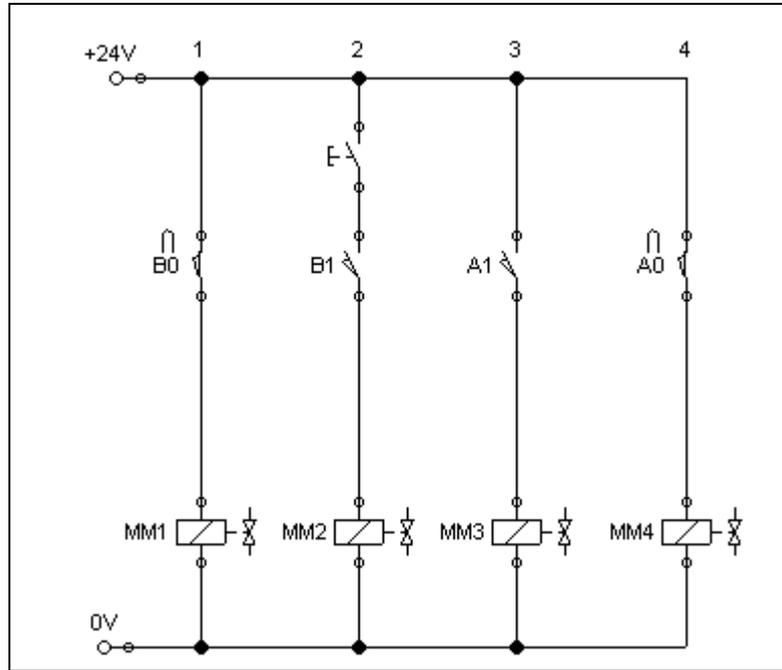


c. Rangkaian Elektropneumatik

Rangkain aktuator



Rangkaian Elektro



LEMBAR PENILAIAN PRAKTIK

Program Keahlian : Teknik Mekatronika

Mata Ujian Praktik :

No	Aspek Penilaian	Kesesuaian		Poin(nilai)
		Ya	Tidak	
1	Pemilihan komponen yang sesuai (5 poin)			
2	Pembuatan diagram step perpindahan (15 poin)			
4	Gambar simulasi rangkaian fluid sim (20 poin)			
5	Kesesuaian rangkaian dengan soal (20 poin)			
6	Uji kinerja rangkaian program berjalan baik (35 poin)			
7	Kerapian rangkaian (5 poin)			

Catatan:

- a. Bubuhkan tanda (√) pada kolom kesesuaian sesuai dengan kriteria penilaian dengan hasil kerja siswa
- b. Tuliskan nilai pada kolom Poin (nilai) sesuai dengan *range* poin yang sudah tertera dalam lembar penilaian.

BAB IV PENUTUP

A. KESIMPULAN

Melalui pembelajaran berbasis modul, diharapkan akan membantu siswa/siswi Sekolah Menengah Kejuruan dapat belajar secara mandiri, dapat mengukur kemampuan diri sendiri. Tidak terkecuali dalam memahami konsep sensor pada pneumatik dan elektro pneumatik beserta implementasinya. Modul ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam proses pembelajaran baik teori maupun praktik.

Modul ini berisi tentang materi pelajaran *limit switch* dan sensor pada pneumatic dan elektro pneumatic yang diperuntukkan untuk kelas XI Sekolah Menengah Kejuruan. Modul ini dibuat berdasarkan silabus materi pneumatik kelas XI Teknik Mekatronika. Tidak semua materi dan bahasan yang ada disilabus tertuang dalam modul ini. Modul ini sudah dihitung berdasarkan silabus memuat 96 jam mata pelajaran.

Modul ini dapat juga digunakan secara mandiri maupun berkelompok. Modul dapat digunakan juga untuk tingkat pegawai/ pekerja industri bagian teknisi dan maintenance. Isi modul memuat sensor pada pneumatic dan elektro pneumatik.

Dalam penulisannya, modul ini masih banyak kekurangan didalamnya, sehingga dibutuhkan saran dan masukan yang mendukung untuk pengembangan modul ini baik dari segi tampilan, isi dan materi modul. Penyusun mengharapkan banyak manfaat dari modul yang disusun ini. Penyusunan modul ini dilakukan penyusun selama mengikuti training di Festo-Jerman.

B. TINDAK LANJUT

Kemampuan yang ada dalam modul ini diharapkan peserta didik atau pelatihan berinisiatif untuk mencoba melakukan praktik dan mengembangkan diri secara individu, kelompok maupun terbimbing instruktur. Proses pengembangan kemampuan dapat melihat soal-soal lks, asc dan wsc bagi peserta didik, memecahkan masalah yang ada di industri. Peserta diharapkan mampu mengaplikasikan ilmu yang didapat dengan menggunakan sensor yang umum yang ada di industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Croser, P, 1989, *Pneumatics, Basic Level Textbook*, Esslingen: Festo Didactic.
- Croser, P, Ebel , 2002, *Pneumatics Basic Level*, Festo-Didactic Esslingen,
- Frank Ebel, 2000, *Fundamentals of Pneumatics - Collection of Transparencies*, Denkendorf: Festo Didactic.
- Meixner, R.Kobler, 1988, *Maintenance of Pneumatic Equipment And System*, Esslingen: Festo Didactic.
- Miftahu Soleh, Sudaryono, Agung S, 2009, *Sistem Pneumatik dan Hidrolik*, Jakarta: Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan.
- Sudaryono, 2016, *Sensor dan aktuator, rangkain elektronika, komunikasi data interface*, Jakarta: Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan.
- Sudaryono, 2013, *Pneumatik & Hidrolik*, Jakarta: Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan.
- Thomas Krist, Dines Ginting, 1993, *Dasar-Dasar Pneumatik*, Jakarta: Penerbit Erlangga
- Waller, D, Werner, H, 2002, *Pneumatics, Workbook Basic Level*, Denkendorf: Festo Didactic.
- Werner Deppert, Kurt Stoll,1987, *Pneumatic Control*, Wurzburg: Vogel-Verlag.
- Werner Deppert, Kurt Stoll, 1988, *Cutting Cost with Pneumatics*: Vogel-Verlag.