

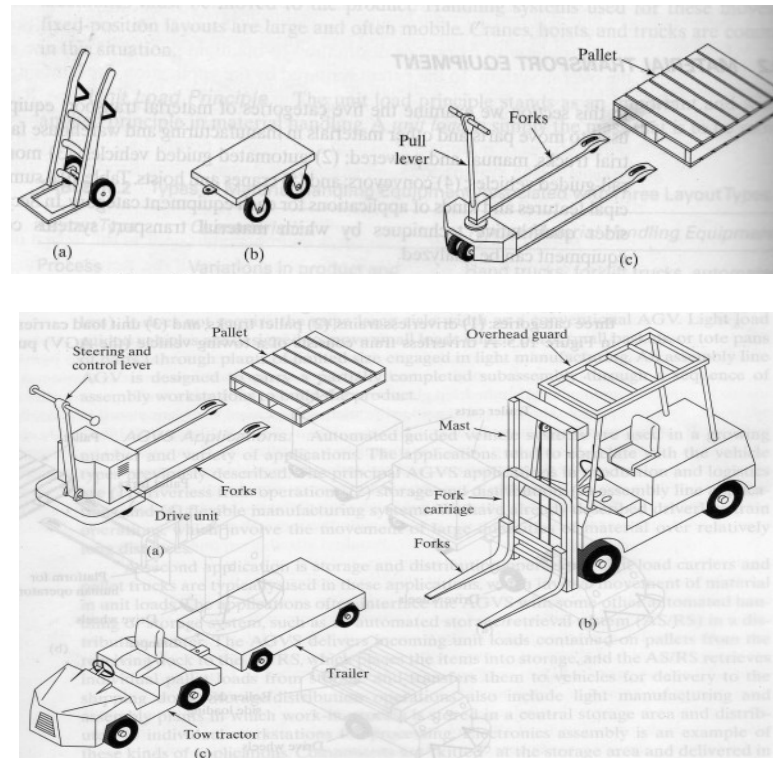
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Teori Dasar Sistem Otomasi

Sistem Otomasi adalah sebuah bidang ilmu dimana kita dituntut untuk membuat atau merubah sebuah mesin yang awalnya manual menjadi otomatis. pada dasarnya otomasi digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan hal – hal yang rutin, karena seperti kita tahu bahwa manusia memiliki keterbatasan dalam hal ketelitian, beda hal nya dengan mesin atau komputer. jadi otomasi ini dapat menggantikan fungsi pekerjaan manusia. Maka dari itu diciptakan sebuah alat berupa komputer dan mesin yang dapat menggantikan keterbatasan manusia tersebut secara terus menerus.

Dalam beberapa waktu perkembangan sistem otomasi universal berkembang cukup pesat. Sistem otomasi universal dikembangkan menjadi sistem yang memiliki tujuan khusus. Sistem otomasi dibuat dengan suatu perhitungan dan ukuran tertentu dengan mengikuti sirkuit kendali. Sehingga gerak yang dilakukan dapat disesuaikan dengan gerak yang kita inginkan secara terus menerus, sehingga otomatisasi dapat menghemat tenaga manusia dan menambah efisiensi waktu yang dibutuhkan.



Gambar 2.1. Awal Sejarah Dibuatnya Sistem Otomasi dan Perkembangannya¹

Dengan menggunakan sistem otomasi, ada beberapa keuntungan yang dapat kita dapat, seperti :

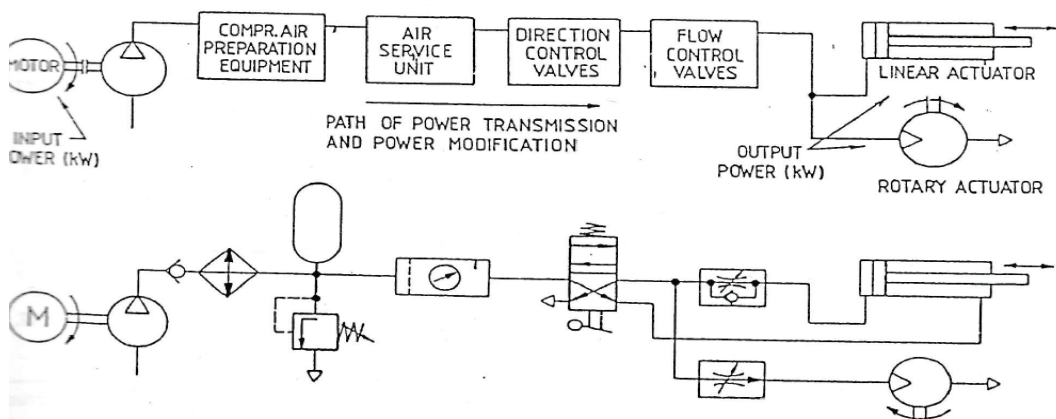
- a. Jumlah produksi dapat ditingkatkan
- b. Kualitas hasil dapat ditingkatkan
- c. Dapat lebih mudah dalam pengecekan atau mengawasi kerja produksi
- d. Efisiensi lebih besar dalam menggunakan tenaga dan waktu pengerjaan
- e. Keamanan dan kualitas dapat ditingkatkan baik dalam proses pengerjaan ataupun hasilnya

¹Mikell P Groover. 2008. Automation, Production System, and Computer-Integrated Manufacturing. Cambridge. Pearson. Hal. 296-297

- f. Penggunaan sumber daya manusia dan sumber daya alam dapat dikontrol dengan baik.²

2.2 Sistem Pneumatik

Udara merupakan sumber daya alam dan sangat mudah didapatkan. Pada realisasi dan aplikasi teknik sekarang ini udara banyak digunakan sebagai penggerak. Udara dapat mengontrol peralatan dan komponen-komponen yang kita kenal sekarang ini dengan nama pneumatik. Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan dari udara. Pneumatik dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dan kecepatan. Istilah pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu '*pneuma*' yang berarti napas atau udara. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan di atas 1 atmosfer maupun tekanan di bawah 1 atmosfer (*vacum*).³



Gambar 2.2. Sistem Dasar Pneumatik⁴

² Thomas Krist. 1993. Dasar-Dasar Pneumatik. Jakarta. Erlangga. Hal. 46

³ Thomas Krist. 1993. Dasar-Dasar Pneumatik. Jakarta. Erlangga. Hal. 1

⁴ Drs. Sirojuddin, MT. .2014. Bahan Kuliah Teknik Pneumatik. Jakarta. Universitas Negeri Jakarta. Hal 3

2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan Pneumatik

Penggunaan pneumatik dalam proses produksi memiliki kelebihan bila dibanding media kerja lain, seperti :

- a. Ketersediaan bahan baku yang berupa udara, dimana udara praktis terdapat dimana-mana dan dalam jumlah besar dan tak terbatas.
- b. Penyaluran bahan baku mudah, bahkan dapat disalurkan dengan jarak yang jauh melalui pipa atau selang
- c. Penyimpanan bahan baku sangat mudah, karena udara yang dihasilkan dapat disimpan ditabung compressor, sehingga compressor tidak perlu bekerja terus menerus
- d. Tahan pada temperatur apapun, karena udara bertekanan relatif tidak peka terhadap perubahan suhu.
- e. Tidak mencemari lingkungan
- f. Dapat digunakan dalam kecepatan tinggi
- g. Aman dari sengatan listrik
- h. Tidak ada resiko terbakar

Disamping memiliki banyak kelebihan, instalasi pneumatik juga memiliki kekurangan, antara lain :

- a. Pengadaan udara bertekanan harus bersih dari partikel debu dan lainnya untuk mencegah terganggunya sistem pneumatik lainnya saat bekerja
- b. Udara bertekanan hanya efisien di gaya sebesar 30.000 N. sehingga membutuhkan tekanan sebesar 5-7 bar

- c. Untuk otomasi hanya mampu bekerja dengan beban ringan sehingga tidak efektif untuk mekanisme kerja dengan beban yang besar.
- d. Suara bising jika tidak memakai peredam

2.2.2 Satuan Tekanan Kompresi Sistem Pneumatik

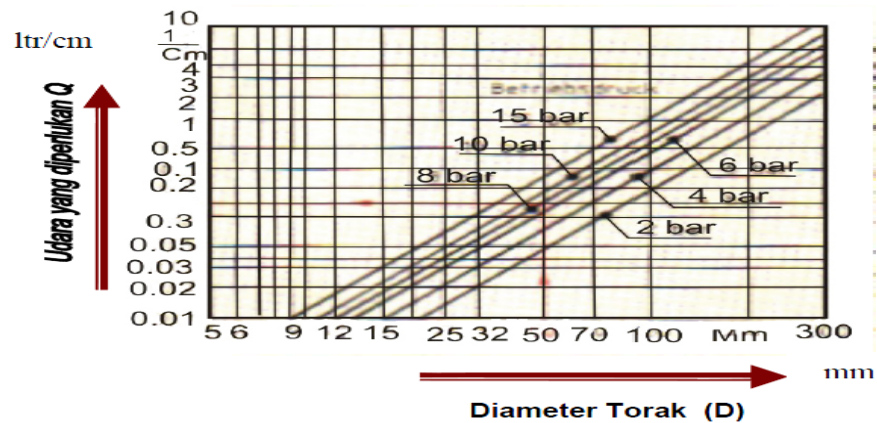
Ada beberapa satuan tekanan kompresi yang dikenal dalam sistem pneumatik, seperti kgf/cm^2 , Psi, dan Bar. kgf/cm^2 merupakan satuan internasional. 1kgf/cm^2 berarti ada tekanan atau tenaga (force) seberat 1kg pada area seluas 1 cm^2 . Adapun 1 Psi berarti ada tekanan atau tenaga (force) seberat 1 pon pada area seluas 1 Inch^2 . Bar merupakan satuan energi kompresi lain yang juga banyak dipergunakan. 1 Bar sama dengan $1,02\text{ kgf/Cm}^2$ (hampi sama) atau 14,5 Psi.⁵

2.2.3 Efektifitas Pneumatik

Sistim gerak dalam pneumatik memiliki optimalisasi/efektifitas bila digunakan pada batas-batas tertentu. Adapun batas-batas ukuran yang dapat menimbulkan optimalisasi penggunaan pneumatik antara lain: diameter piston antara 6 s/d 320 mm, panjang langkah 1 s/d 2.000 mm, tenaga yang diperlukan 2 s/d 15 bar, untuk keperluan pendidikan biasanya berkisar antara 4 sampai dengan 8 bar, dapat juga bekerja pada tekanan udara di bawah 1 atmosfer (*vacum*), misalnya untuk keperluan mengangkat plat baja dan sejenisnya melalui katup karet hisap *flexibel*.

⁵ Hanif Said. 2012. Aplikasi Programable Logic Controler (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri. Yogyakarta. Andi Yogyakarta. hal. 33-34

Adapun efektifitas penggunaan udara bertekanan dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 2.3. Efektifitas Udara Bertekanan (Werner Rohrer,1990)⁶

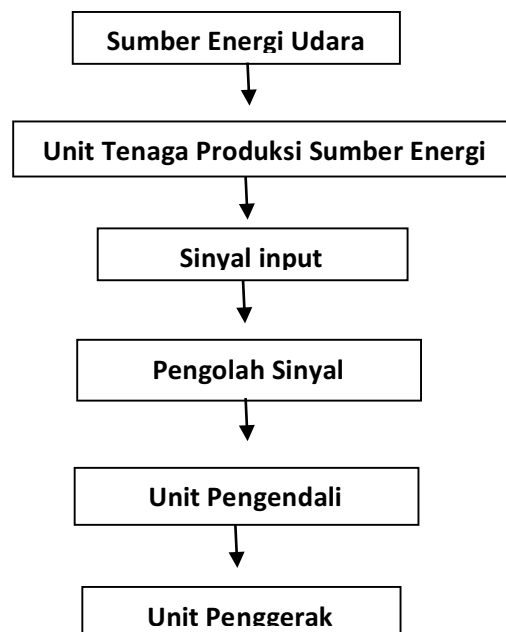
Penggunaan Silinder pneumatik biasanya untuk keperluan antara lain : mencekam benda kerja, menggeser benda kerja, memosisikan benda kerja, mengarahkan aliran material ke berbagai arah. Penggunaan secara nyata pada industri antara lain untuk keperluan: membungkus (*verpacken*), mengisi material, mengatur distribusi material, penggerak poros, membuka dan menutup pada pintu, transportasi barang, memutar benda kerja, menumpuk/menyusun material, menahan dan menekan benda kerja. Melalui gerakan rotasi pneumatik dapat digunakan untuk, mengebor, memutar mengencangkan dan mengendorkan mur/baut, memotong, membentuk profil plat, menguji, proses finishing (gerinda, pasah, dll.)

⁶ Drs. Wirawan, MT., Drs. Pramono. Bahan ajar Pneumatik –Hidrolik. Semarang. Universitas negeri Semarang. Hal. 3

Dalam pengertian teknik Pneumatik meliputi alat-alat penggerak, Pengukuran, Pengaturan, Pengendalian, Perhubungan, dan Perentangan, yang mengambil gaya dan pergerakannya dari udara mampat. Jadi banyak sekali penggunaan yang sangat berbeda-beda termasuk dalam bidang kejuruan ini. Titik persamaan dalam penggunaan-penggunaan tersebut ialah semuanya menggunakan udara sebagai fluida kerja (udara mampat sebagai pendukung, pengangkut, dan pemberi tenaga).⁷

2.2.4 Komponen Sistem Pneumatik

Pada Sistem pneumatik terdapat beberapa komponen yang menjadi komponen utama dalam suatu rangkaian. sistem pneumatik dapat di klasifikasikan sebagai berikut :⁸



Gambar 2.4. Diagram Klasifikasi Pneumatik

⁷ Thomas Krist. 1993. Dasar-Dasar Pneumatik. Jakarta. Erlangga. Hal. 2

⁸ Thomas Krist. 1993. Dasar-Dasar Pneumatik. Jakarta. Erlangga. Hal. 20

- a). Sumber Energi Udara yaitu Sumber udara yang dapat diolah menjadi udara bertekanan.
- b). Unit Tenaga Produksi sumber energi yaitu sebuah alat yang bisa memproduksi udara bertekanan. Seperti compressor.
- c). Unit Sinyal Input yaitu unit yang berfungsi untuk sebagai pemberi isyarat masukan (*signal input*) sampai dengan *final control element*. Contohnya *Push button, roller*, katup batas dan lainnya.
- d). Unit pengolah sinyal yaitu sebuah unit yang berfungsi untuk memproses dan mengatur sinyal yang ditangkap dari unit sinyal input. Seperti katup kontrol 2/2, katup kontrol 3/2, katup kontrol 5/2, dan katup lainnya.
- e). Unit penggerak atau working element baik berupa Silinder pneumatik , motor pneumatik atau *limited rotary actuator*.
- f). Konduktor dan konektor yang berfungsi menghubungkan komponen yang satu ke komponen yang lain.

a. Unit Tenaga

Bagian komponen dari pneumatik ini memiliki fungsi untuk membangkitkan tenaga fluida yaitu berupa aliran udara mampat. Unit tenaga ini terdiri atas kompresor yang digerakan oleh motor listrik atau motor bakar, tangki udara (*receiver*) dan kelengkapannya, serta unit pelayanan udara yang terdiri atas filter udara, regulator, pengaturan tekanan dan lubricator.

Kompresor berfungsi untuk membangkitkan atau menghasilkan udara bertekanan dengan cara menghisap dan memampatkan udara tersebut

kemudian disimpan di dalam tangki udara kempa untuk disuplai kepada pemakai (sistem pneumatik). Kompresor dilengkapi dengan tabung untuk menyimpan udara bertekanan, sehingga udara dapat mencapai jumlah dan tekanan yang diperlukan. Tabung udara bertekanan pada kompresor dilengkapi dengan katup pengaman, bila tekanan udaranya melebihi ketentuan, maka katup pengaman akan terbuka secara otomatis. Pemilihan jenis kompresor yang digunakan tergantung dari syarat-syarat pemakaian yang harus dipenuhi misalnya dengan tekanan kerja dan volume udara yang akan diperlukan dalam sistem peralatan (katup dan Silinder pneumatik).⁹

Menurut jenisnya kompresor memiliki banyak jenis dan spesifikasi kompresor. Jenis kompresor ini memiliki karakteristik dan cara kerja yang berbeda. Pada umumnya kompresor yang digunakan di pasaran adalah kompresor torak dan kompresor ulir. Karena lebih mudah digunakan dan sangat efisien karena dilengkapi dengan torak yang bekerja bolak-balik atau gerak *resiprokal*. Pemasukan udara diatur oleh katup masuk dan dihisap oleh torak yang gerakannya menjauhi katup. Pada saat terjadi pengisapan, tekanan udara di dalam Silinder mengecil, sehingga udara luar akan masuk ke dalam Silinder secara alami. Pada saat gerak kompresi torak bergerak ke titik mati bawah ke titik mati atas, sehingga udara di atas torak bertekanan tinggi, selanjutnya di masukkan ke dalam tabung penyimpan udara.

⁹ Drs. Wirawan, MT., Drs. Pramono. Bahan ajar Pneumatik –Hidrolik. Semarang. Universitas negeri Semarang. Hal. 461



Gambar 2.5. Kompresor Torak dan Bagiannya¹⁰

b. Unsur Pembersih

Unit Pembersih merupakan unit untuk menyaring atau membersihkan tempat unit tenaga (kompresor/sumber tenaga penghasil fluida) dari udara kotor atau minyak hasil dari operasi kerja unit tenaga/kompresor. Unit pembersih ini biasanya merupakan sebuah filter berupa regulator yang terdapat diantara penghubung unit tenaga dengan unit pengatur.¹¹















Gambar 2.6. Filter Regulator Liquid

¹¹ Thomas Krist. 1993. Dasar-Dasar Pneumatik. Jakarta. Erlangga. Hal. 18

c. Unit Input Sinyal

Unit ini berfungsi untuk sebagai pemberi isyarat masukan (*signal input*) sampai dengan *final control element*. Contohnya : *Push button, roller, katup batas* dan lainnya.

SIMBOL	KETERANGAN	SIMBOL	KETERANGAN
	Penekan pada umumnya		Melalui sentuhan
	Penggerak katup oleh knop		Penggerak katup oleh pegas
	Penggerak katup oleh tuas		Penggerak katup oleh roll
	Penggerak katup oleh pedal kaki		Penggerak katup oleh roll tak langsung (berlengan)
	Penggerak katup oleh udara		Penggerak katup oleh magnet
	Penggerak katup magnet/ mekanik dua sisi		Penggerak katup oleh magnet dua sisi

Gambar 2.7. Jenis Input Sinyal¹²

d. Unit Pengatur

Unit pengatur merupakan bagian pokok yang menjadikan sistem pneumatik termasuk sistem otomasi. Karena dengan unit pengatur ini hasil

¹² Drs. Wirawan, MT., Drs. Pramono. Bahan ajar Pneumatik –Hidrolik. Semarang. Universitas negeri Semarang. Hal. 481

kerja dari sistem pneumatik dapat diatur secara otomatis, baik gerakan, kecepatan, urutan gerak, arah gerakan maupun kekuatannya. Dengan unit pengatur ini sistem pneumatik dapat didesain untuk berbagai tujuan otomatis dalam suatu mesin industri. Fungsi dari unit pengatur ini adalah untuk mengatur atau mengendalikan jalannya penerusan tenaga fluida hingga menghasilkan bentuk kerja (Usaha) yang berupa tenaga mekanik.

Menurut fungsinya katup-katup dikelompokkan sebagai berikut :

1. Katup Pengarah (*Directional Control Valves*)
2. Katup Satu Arah (*Non Return Valves*)
3. Katup Pengatur Tekanan (*Pressure Control Valves*)
4. Katup Pengontrol Aliran (*Flow Control Valves*)
5. Katup buka-tutup (*Shut-off valves*)

Sedangkan susunan urutannya dalam sistem pneumatik dapat kita jelaskan sebagai berikut:

1. Sinyal masukan atau *input element* mendapat energi langsung dari sumber tenaga (udara kempa) yang kemudian diteruskan ke pemroses sinyal.
2. Sinyal pemroses atau *processing element* yang memproses sinyal masukan secara logic untuk diteruskan ke *final control element*.
3. Sinyal pengendalian akhir (*final control element*) yang akan mengarahkan output yaitu arah gerakan aktuator (*working element*) dan ini merupakan hasil akhir dari sistem pneumatik¹³

¹³Drs. Wirawan, MT., Drs. Pramono. Bahan ajar Pneumatik –Hidrolik. Semarang. Universitas negeri Semarang. Hal. 472

1. Katup Pengarah

Katup Pengarah merupakan katup yang berfungsi untuk mengarahkan dan mengatur udara bertekanan dengan dan distribusikan ke bagian lainya ataupun langsung ke Silinder. Katup ini memiliki jenis seperti katup kontrol 2/2, katup kontrol 3/2, katup kontrol 4/3, katup kontrol 5/2 dan katup kontrol 5/3.

Simbul Katup	Penandaan Katup	Posisi Normal (Awal)	Simbul Katup	Penandaan Katup	Posisi Normal (Awal)
	2/2-way	Menutup		4/2-way	1 Pemasukan 1 Pembuangan
	2/2-way	Membuka		4/3-way	posisi tengah menutup
	3/2-way	Menutup		4/3-way	A & B posisi pembuangan
	3/2-way	Membuka		5/2-way	Ada 2 saluran pembuangan
	3/3-way	Menutup		6/3-way	Ada 3 posisi aliran

<http://margionabdil.blogspot.com>

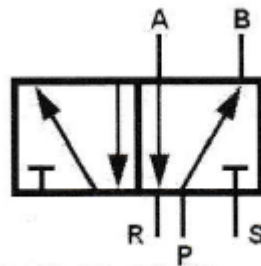
Nama Komponen	Keterangan	Simbol
Katup fungsi "ATAU" (Shuttle Valve)	Lubang keluaran akan bertekanan, bila salah satu atau kedua lubang masukan bertekanan.	
Katup pembuang cepat (Quick Exhaust Valve)	Bila lubang masukan disuplai oleh udara bertekanan, lubang keluaran akan membuang udara secara langsung ke atmosfer.	
Katup fungsi "DAN" (Two-pressure 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 (One-way Flow Control Valve)	Katup cek dengan katup kontrol aliran. Katup kontrol aliran dengan arah aliran satu arah dan dapat diatur.	

Gambar 2.8. Macam-Macam Katup¹⁴

¹⁴ Drs. Sirojuddin .2014. Bahan Kuliah Teknik Pneumatik. Jakarta. Universitas Negeri Jakarta. Hal 8

2. Katup Kontrol 5/2

Katup 5/2 way mempunyai 5 lubang aliran udara dan 2 perubahan posisi kerja. Pada posisi kerja awal, udara bertekanan dari sumber tenaga akar mengalir dari P ke B, sedangkan udara bertekanan dari beban akar dibuang dari A ke R.



Gambar 2.9. Katup 5/2 Ways

Jika katup mendapatkan sinyal kontrol di sisi kiri maka posisi kerja akan berubah ke kotak sebelah kiri dan udara bertekanan dari catu daya akan mengalir dari P ke A, sedangkan udara bertekanan dari beban akan dibuang dari B ke S.¹⁵

Tabel 2.1. Penandaan Saluran Udara Katup Kontrol Alam

Jenis Saluran	Sistem Huruf	Sistem Angka
Tekanan Maskan/ <i>Pressure</i>	P	1
Tekanan Keluaran	A, B, C	2, 4, 6
Saluran Buangan	R, S, T	3, 5, 7
Sinyal Kontrol	X, Y, Z	1.2, 1.4, 1.6

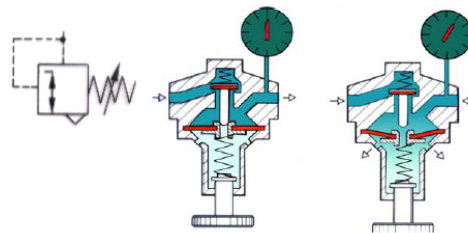
¹⁵ Hanif Said. 2012. Aplikasi Programable Logic Controler (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri. Yogyakarta. Andi Yogyakarta. hal. 47



Gambar 2.10. Katup Kendali 5/2 Dengan Penggerak Elektrik

3. *Pressure Valve*

Pressure Valve, katub ini berfungsi untuk mengatur besar-kecilnya tekanan udara kempa yang akan keluar dari *service unit* dan bekerja pada sistim pneumatik (tekanan kerja).¹⁶



Gambar 2.11. *Pressure Valve*

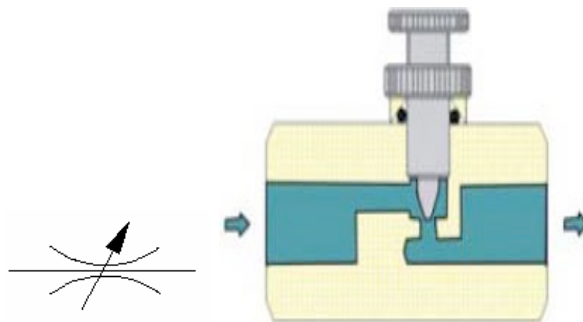
4. *Flow Control Valve*

Katup ini berfungsi untuk mengontrol/mengendalikan besar-kecilnya aliran udara kempa atau dikenal pula dengan katup cekik, karena akan mencekik aliran udara hingga akan menghambat aliran udara. Hal ini diasumsikan bahwa besarnya aliran yaitu jumlah volume udara yang mengalir akan

¹⁶ Drs. Wirawan, MT., Drs. Pramono. Bahan ajar Pneumatik –Hidrolik. Semarang. Universitas negeri Semarang. Hal. 475

mempengaruhi besar daya dorong udara tersebut. Macam-macam *flow control* :

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



Gambar 2.12. Flow Control Valve

e. Unit Penggerak

Unit penggerak merupakan Elemen kerja atau aktuator adalah bagian akhir dari sistem pneumatik yang berfungsi mengubah energi suplai angin bertekanan menjadi energi kerja. Pada prinsipnya aktuator terbagi menjadi dua, yaitu Aktuator Gerak Lurus (Silinder) dan Aktuator Gerak Memutar (Motor Pneumatik). Sistem output dari unsur-unsur yang memberi energy fluida yang tersimpan dalam udara mampat (takanan udara mampat) dalam bentuk tekanan dan tenaga penggerak. Contohnya Silinder udara mampat, motor-motor udara mampat, turbin dan Silinder putar.¹⁷

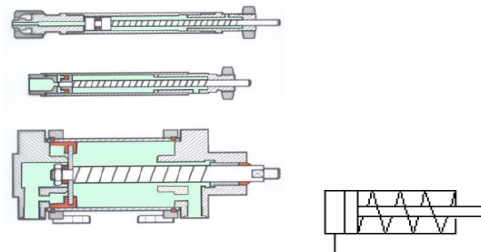
¹⁷ Thomas Krist. 1993. Dasar-Dasar Pneumatik. Jakarta. Erlangga. Hal. 24

Silinder juga memiliki banyak macamnya. Semua kembali disesuaikan dengan berat dan jenis material yang digunakan. Seperti Silinder kerja tunggal dan Silinder kerja ganda.

1. Silinder Kerja Tunggal

Silinder Kerja tunggal adalah actuator yang digerakan oleh udara bertekanan pada satu sisi Silinder saja. Sehingga hanya menghasilkan kerja dalam satu arah. Untuk tenaga baliknya dapat menggunakan pegas sebagai tenaga pembalik yang sudah terpasang didalam Silinder tersebut. Kelemahan Silinder ini yaitu kita tidak dapat membalikan Silinder dengan kecepatan yang kita inginkan, karena kecepatan itu tergantung dari pegas yang digunakan.

Silinder Pneumatik sederhana terdiri dari beberapa bagian, yaitu torak, seal, batang torak, pegas pembalik, dan Silinder. Silinder sederhana akan bekerja bila mendapat udara bertekanan pada sisi kiri, selanjutnya akan kembali oleh gaya pegas yang ada di dalam Silinder pneumatik. Secara detail Silinder pneumatik sederhana pembalik pegas.¹⁸



Gambar 2.13. Silinder Kerja Tunggal

¹⁸ Drs. Wirawan, MT., Drs. Pramono. Bahan ajar Pneumatik –Hidrolik. Semarang. Universitas negeri Semarang. Hal.478

2. Silinder Kerja Ganda

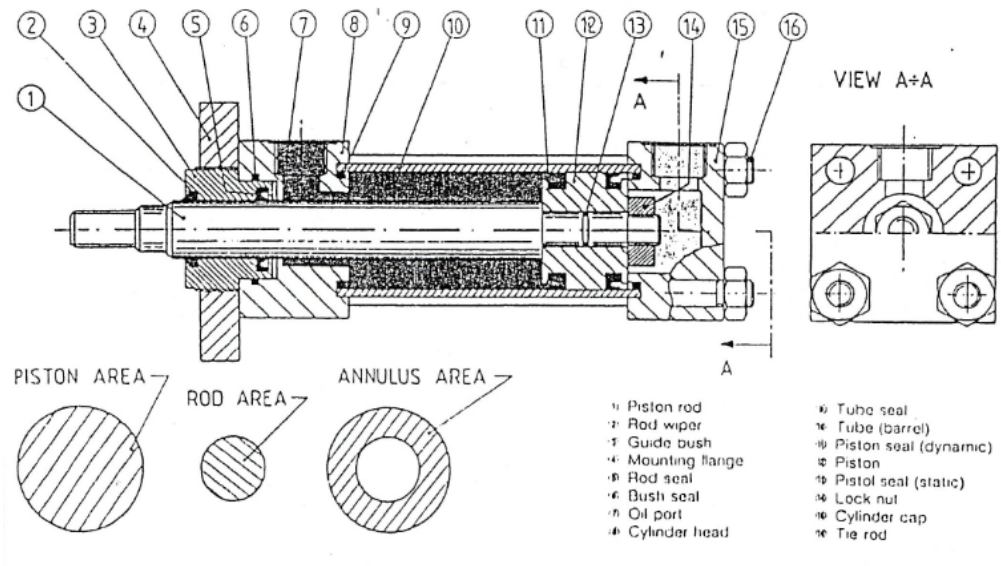
Silinder kerja ganda merupakan Silinder yang dapat melakukan kerja Silinder dengan dua sisi Silindernya. Silinder ini digunakan apabila torak diperlukan untuk melakukan kerja bukan hanya pada gerakan maju, tetapi juga pada gerakan mundur.

Silinder ini mendapat suplai udara kempa dari dua sisi. Konstruksinya hampir sama dengan Silinder kerja tunggal. Keuntungannya adalah bahwa Silinder ini dapat memberikan tenaga kepada dua belah sisinya. Silinder kerja ganda ada yang memiliki batang torak (*piston rod*) pada satu sisi dan ada pada kedua pula yang pada kedua sisi. Konstruksinya yang mana yang akan dipilih tentu saja harus disesuaikan dengan kebutuhan.

Silinder pneumatik penggerak ganda akan maju atau mundur oleh karena adanya udara bertekanan yang disalurkan ke salah satu sisi dari dua saluran yang ada. Silinder pneumatik penggerak ganda terdiri dari beberapa bagian, yaitu torak, seal, batang torak, dan Silinder. Sumber energi Silinder pneumatik penggerak ganda dapat berupa sinyal langsung melalui katup kendali, atau melalau katup sinyal ke katup pemroses sinyal (*processor*) kemudian baru ke katup kendali. Pengaturan ini tergantung pada banyak sedikitnya tuntutan yang harus dipenuhi pada gerakan aktuator yang diperlukan.



Gambar 2.14. Silinder Kerja Ganda



Gambar 2.15. Komponen Silinder Kerja Ganda¹⁹

f. Konduktor dan Konektor²⁰

Konduktor dan konektor yang berfungsi menghubungkan komponen yang satu ke yang lainnya seperti selang, sambungan/*fitting*, *switch* dan lainnya.

1. Selang

Selang merupakan media penyalur fluida udara dari sumber tenaga ke unit penggerak. Selang ini memiliki banyak variasi, tergantung dari berapa tekanan udara yang kita gunakan. Selang ini memiliki sifat elastis atau lentur yang memungkinkan selang dapat diatur maupun ditempatkan

¹⁹ Drs. Sirojuddin. 2014. Bahan Kuliah Teknik Pneumatik. Jakarta. Universitas Negeri Jakarta. Hal 28

²⁰ Hanif Said. 2012. Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri. Yogyakarta. Andi Yogyakarta. hal. 59

sesuai yang dibutuhkan. Sifat ini memiliki sifat elatis agar tidak mudah robek dan dapat digunakan dimana saja.

2. Sambungan / Fitting

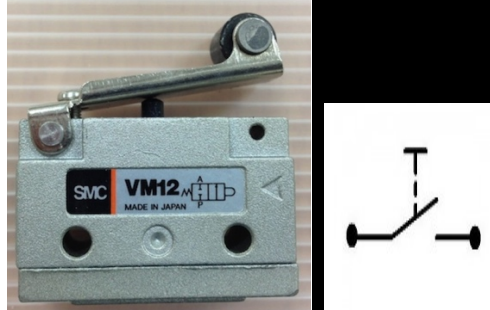
Fitting ini adalah komponen yang pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi sebagai penghubung antara komponen pneumatik dengan selang atau sambungan antar selang. Dalam fitting terdapat pengunci yang menjamin selang tidak akan lepas dari sambungan ketika udara bertekanan melewati selang tersebut.

3. *Switch*

Switch atau saklar merupakan komponen elektronik yang membantu kerja elektropneumatik. Inti dari cara kerja saklar ini adalah untuk memutuskan dan menghubungkan arus. Sehingga kerja otomatis pada pneumatik dapat berjalan sesuai dengan yang kita inginkan. Ada beberapa switch yang sering kita temukan dalam sistem pneumatik. Seperti Silinder *switch/reed switch, pressure switch, dan limit switch*.

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. cara kerja *limit switch* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katup kontrol solenoidnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutuskan saat saat katup tidak ditekan. Limit switch termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch*

adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. Simbol *limit switch* ditunjukkan pada gambar berikut.



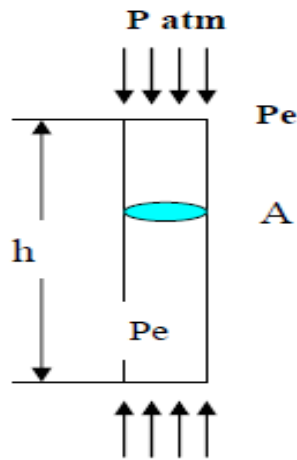
Gambar 2.16. Limitswitch Dan Lambangnya

2.2.5 Dasar Perhitungan Pneumatik

Dasar perhitungan pneumatik merupakan bagian yang akan membahas tentang perhitungan dasar dalam pneumatik. Bagian ini akan mendeskripsikan tentang perhitungan tekanan udara (P), perhitungan debit aliran udara (Q), kecepatan torak (V), Gaya Torak (F) dan dasar perhitungan daya motor. Sebelum melaksanakan perhitungan pneumatik terlebih dahulu harus mengetahui konversi-konversi satuan yang sering dipakai dalam perhitungan dasar pneumatik. Adapun konversi satuan tersebut antara lain : a) satuan panjang, b) satuan volume, c) satuan tekanan, d) satuan massa, e) satuan energi, f) satuan gaya dan g) satuan temperatur.²¹

²¹ Drs. Wirawan, MT., Drs. Pramono. Bahan ajar Pneumatik –Hidrolik. Semarang. Universitas negeri Semarang. Hal.491

a. Tekanan Udara



$$A \cdot P_e = A \cdot P_{atm} + W$$

Dimana :

$$W = \text{Berat Benda} = m \cdot g$$

$$= \rho \cdot V \cdot g$$

$$= \rho \cdot A \cdot h \cdot g$$

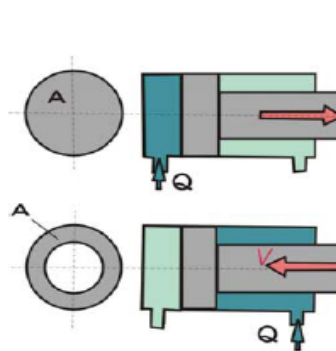
A = Luas Penampang
 P_{atm} = Tekanan Atmosfer
 P_e = Tekanan Pengukuran

Dengan mengeliminasi A

Gambar 2.17. Tekanan Udara

b. Kecepatan Torak

Suatu Silinder pneumatik memiliki torak dengan luas dan memiliki luas penampang stang torak, maka kecepatan torak saat maju akan lebih kecil dibandingkan dengan saat torak bergerak mundur.²²



$$V_{maju} = Q/A \quad (1)$$

$$V_{mundur} = Q/A_n \quad (2)$$

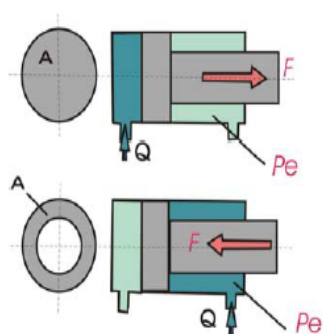
Dimana :

V = Kecepatan torak (m/s)
 Q = Debit aliran udara(ltr/mnt)
 A = Luas penampang torak (m²)
 A_n = A-A_k (m²)

Gambar 2.18. Kecepatan Torak

²² Drs. Wirawan, MT., Drs. Pramono. Bahan ajar Pneumatik –Hidrolik. Semarang. Universitas negeri Semarang. Hal.493

c. Gaya Torak



$$F_{\text{maju}} = P_e \cdot A \cdot \eta \quad (3)$$

$$F_{\text{mundur}} = P_e \cdot A_n \cdot \eta \quad (4)$$

Dimana :

F = Gaya torak (N)

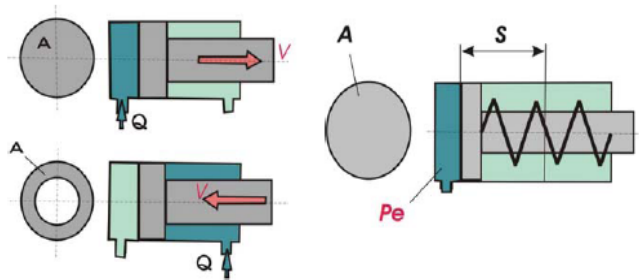
P_e = Tekanan kerja/effektif (N/m^2)

A = Luas Penampang (m^2)

A_n = $A - A_k$ (m^2)

A_k = Luas batang torak (m^2)

Gambar 2.19 . Gaya Torak

d. Udara Yang diperlukan²³

Gambar 2.20. Udara yang Diperlukan

$$Q_{\text{maju}} = A \cdot S \cdot n \cdot \frac{(P_e + P_{\text{atm}})}{P_{\text{atm}}} \quad (5)$$

$$Q_{\text{mundur}} = A \cdot S \cdot n \cdot \frac{(P_e + P_{\text{atm}})}{P_{\text{atm}}} \quad (6) \text{ Dimana}$$

:

S = Langkah torak (m)

P_e = Tekanan (N/m^2)

A = Luas Penampang (m^2)

²³ Drs. Wirawan, MT., Drs. Pramono. Bahan ajar Pneumatik –Hidrolik. Semarang. Universitas negeri Semarang. Hal.494

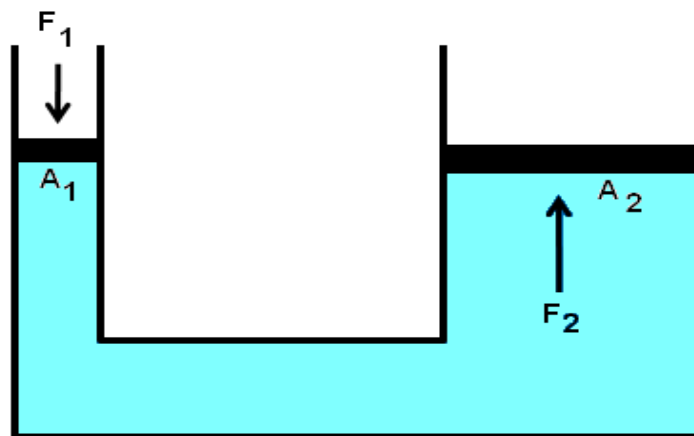
$$A_n = A - A_k \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A_k = \text{Luas batang Toak (m}^2\text{)}$$

$$n = \text{Banyaknya langkah (kali/menit)}$$

e. Prinsip Hukum Pascal Pada Pneumatik

Dasar-dasar perhitungan pneumatik yaitu hukum pascal. Perhitungan gaya pneumatik torak pada bejana berhubungan dengan luas penampang yang berbeda.



Gambar 2.21. Prinsip Hukum Pascal

$$P_1 = P_2 = P_e = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \text{ atau } \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} \quad (7)$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\pi \cdot d_1^2 / 4}{\pi \cdot d_2^2 / 4} = \frac{d_1^2}{d_2^2} \quad (8)$$

$$\text{Bila } V_1 = V_2 \text{ Maka } A_1 \cdot S_1 = A_2 \cdot S_2 \text{ Jadi : } \frac{S_1}{S_2} = \frac{A_1}{A_2} \quad (9)$$

Dimana :

P = Tekanan

F = Gayayang diterima torak pnematik

A = Luas alas torak yang berbentuk linkaran

D = Diameter Torak

2.2.6 Elektro Pneumatik

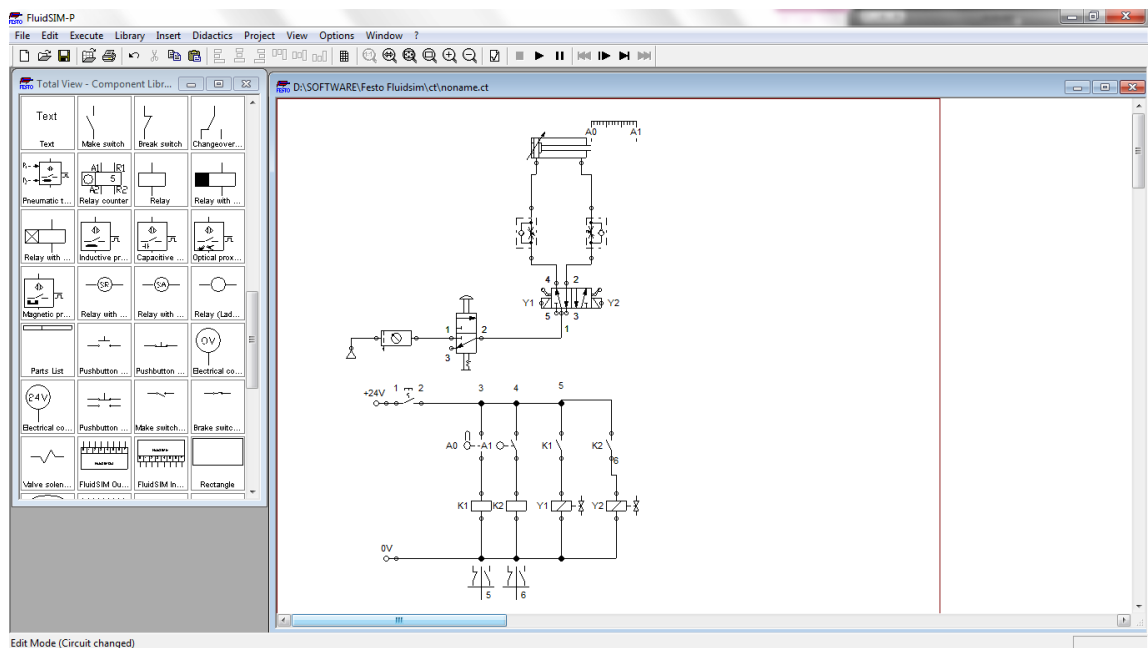
Pemakaian tenologi kontrol pneumatik murni saat ini sangat jarang ditemukan. Hal ini dikarenakan tingkat keselamatan lebih rendah dan membutuhkan dimensi tempat yang cukup besar sehingga banyak industri yang mengalihkan teknologinya menggunakan perpaduan teknologi elektro dengan pneumatik. Perpaduan ini disebut dengan elektropneumatik. Dengan adanya perpaduan tersebut diharapkan tingkat keselamatannya menjadi lebih tinggi dan dimensi tempat lebih kecil.

Pada sistem elektropneumatik, hanya komponen daya saja yang menggunakan pneumatik murni, sedangkan bagian lainnya menggunakan kontrol pneumatik dengan sistem kontrol listrik. Jika pada sistem pneumatik murni terdapat 5 tingkatan komponen utama yang digunakan, maka pada sistem elektropneumatik biasanya digunakan 3 komponen utama, karena elemen masukan, pengolah, dan kontrol digabung menjadi satu.²⁴

²⁴ Hanif Said. 2012. Aplikasi Programable Logic Controler (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri. Yogyakarta. Andi Yogyakarta. hal. 37

2.3 Festo Fluidsim

Festo Fluidsim merupakan sebuah aplikasi atau *software* dalam mensimulasikan suatu gerakan untuk rangkaian pneumatik dan hidrolis. Sebelum membuat sebuah rangkaian pneumatik secara benar, baiknya terlebih dahulu membuat sebuah rangkaian pneumatik menggunakan aplikasi *Festo Fluidsim* ini terlebih dahulu agar bisa diketahui apakah rangkaian tersebut bisa berjalan dengan baik dan benar apa tidak. Sehingga dalam pembuatannya kita dapat mengetahui komponen apa saja yang kita perlukan dalam membuat suatu rangkaian pneumatik dan bagaimana cara kerja dari rangkaian pneumatik ini sendiri.



Gambar 2.22. Festo Fluidsim

2.4 *Lifter conveyor*

Lifter conveyor adalah perangkat yang menerapkan sistem gunting atau scissor untuk menaikkan atau menurunkan suatu objek. *Lifter conveyor* banyak dipakai di industri untuk menaikkan atau menurunkan barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan.

Lifter conveyor banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding alat angkat lain seperti forklift. *Lifter conveyor* dapat mengangkat beban yang berat dan muatan yang penuh dengan ruangan yang relatif sempit. *Lifter conveyor* sangat direkomendasikan untuk membantu mengurangi gangguan muskuloskeletal pada pekerja saat pekerjaan mengangkat beban.

2.5 *Conveyor*

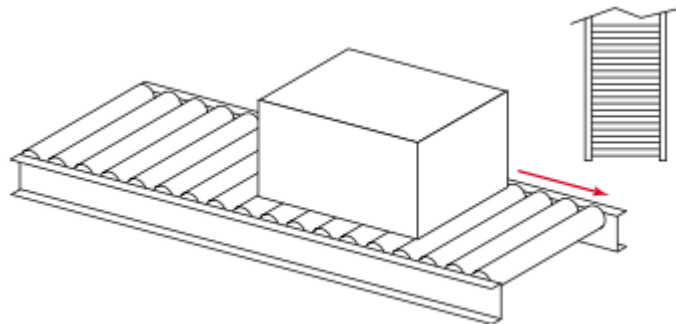
Conveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. *Conveyor* banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan.

Dalam kondisi tertentu, *conveyor* banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. *Conveyor* dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyak dan kontinu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem *conveyor* mempunyai nilai ekonomis. Kelemahan sistem ini adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dimobilisasi tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak berkelanjutan.

Conveyor mempunyai berbagai jenis yang disesuaikan dengan karakteristik barang yang diangkut. Jenis-jenis *conveyor* tersebut antara lain *Apron, Flight, Pivot, Overhead, Loadpropelling, Car, Bucket, Screw, Roller, Vibrating, Pneumatik, dan Hydraulic*. Disini akan dibahas satu jenis *conveyor* yaitu *Roller Conveyor*.

2.5.1 *Roller Conveyor*

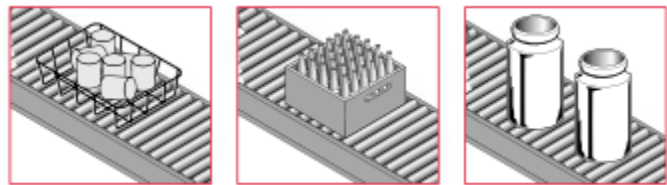
Roller conveyor merupakan suatu sistem *conveyor* yang penumpu utama barang yang ditransportasikan adalah *roller*. *Roller* pada sistem ini sedikit berbeda dengan *roller* pada *conveyor* jenis yang lain. *Roller* pada sistem *roller conveyor* didesain khusus agar cocok dengan kondisi barang yang ditransportasikan, misal *roller* diberi lapisan karet, lapisan anti karat, dan lain sebagainya. Sedangkan *roller* pada sistem jenis yang lain didesain cocok untuk sabuk yang ditumpunya.



Gambar 2.23. Mekanisme *Roller Conveyor*

2.5.2 Fungsi dan spesifikasi *Roller Conveyor*

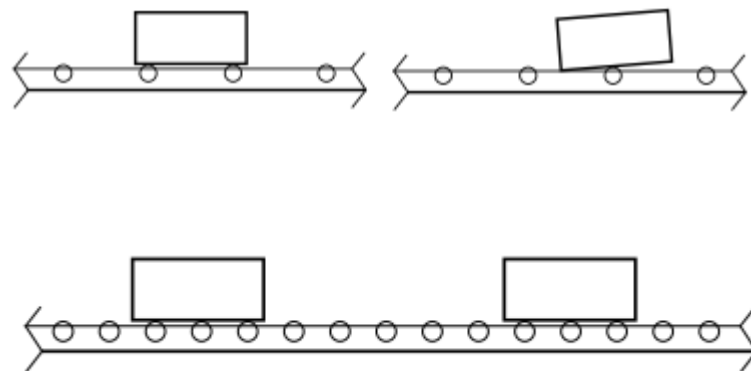
Roller conveyor hanya bisa memindahkan barang yang berupa unit dan tidak bisa memindahkan barang yang berbentuk bulk atau butiran. Unit yang bisa dipindahkan menggunakan *roller conveyor* juga harus mempunyai dimensi tertentu dan berat tertentu agar bisa ditransportasikan. Untuk memindahkan barang dalam bentuk jumlah besar, barang tersebut harus dikemas terlebih dahulu dalam unit agar bisa ditransportasikan menggunakan sistem ini.



Gambar 2.24. Mekanisme *Roller Conveyor*

Spesifikasi *roller conveyor* juga harus disesuaikan dengan dimensi dan beban unit yang akan ditransportasikan. Rancangan sistem *roller conveyor* harus mampu menerima beban maksimum yang mungkin terjadi pada sistem *conveyor*. Selain itu, desain dimensi sistem juga harus dipertimbangkan agar sesuai dengan dimensi unit yang akan ditransportasikan. Dalam beberapa kasus dimensi unit yang lebih lebar dari dimensi lebar *roller* masih diperbolehkan. Jarak antar *roller* disesuaikan dengan dimensi unit yang akan ditransportasikan. Diusahakan jarak antar *roller* dibuat sedekat mungkin agar tumpuan beban semakin banyak. Selain itu, dimensi unit yang ditransportasikan minimal harus ditumpu oleh 3 *roller*. Jika kurang dari 3 *roller*, maka unit

tersebut akan tersendat bahkan bisa jatuh keluar sistem transportasi *roller conveyor*.



Gambar 2.25. Mekanisme *Roller Conveyor*

Kelebihan *Roller Conveyor* adalah bisa mentransformasikan pada kemiringan tertentu sehingga *conveyor* bisa mentransportasikan barang dari satu tingkat ke tingkat yang lain. Selain itu, *roller conveyor* juga bisa membelokkan jalur unit yang belokkannya sangat tajam. Hal tersebut bermanfaat untuk daerah yang ruangnya terbatas.²⁵

²⁵ <https://suluhmania.wordpress.com/2012/04/04/anatomi-sistemroller-conveyor/>