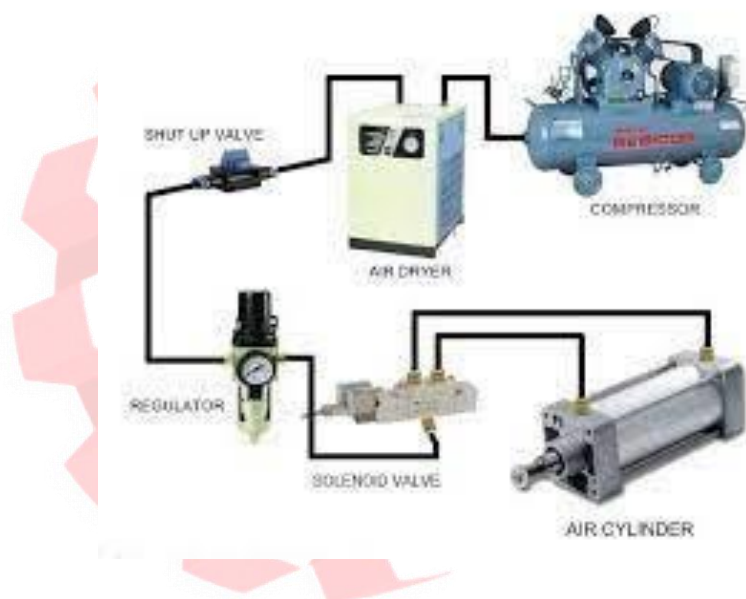


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pneumatik

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani yang berarti udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut dengan sistem pneumatik. Dalam penerapannya, pneumatik banyak digunakan sebagai sistem automasi (Wahyu Pram, 2012).



Gambar 2.1 Sistem Pneumatik
(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

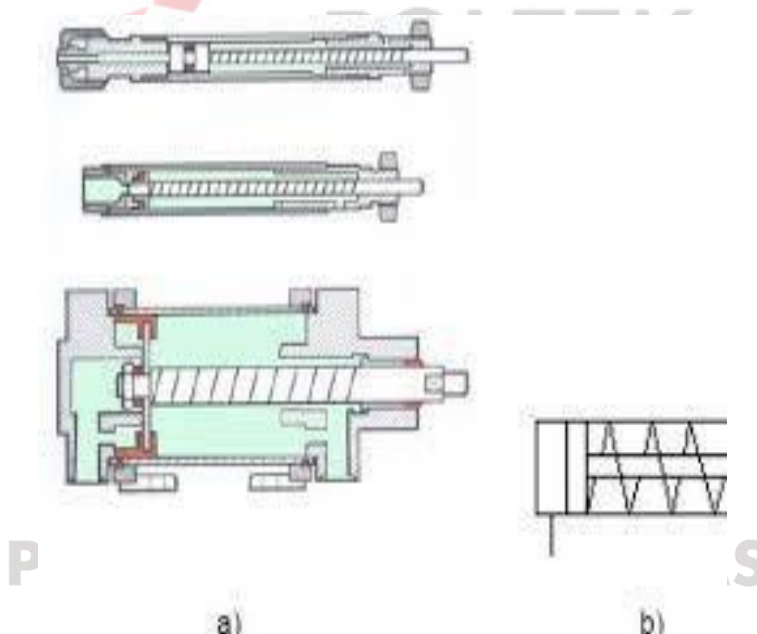
Silinder Pneumatik adalah salah satu perangkat mekanis atau aktuator yang memanfaatkan udara dengan tekanan tinggi untuk menghasilkan kekuatan yang menggerakkan piston dengan gerakan bolak-balik secara linier (sumber Subhan M, Satmoko A, “Penentuan Dimensi Dan Spesifikasi Silinder Pneumatik Untuk Pergerakan Tote Iradiator Gamma Multiguna” Jurnal Perangkat Nuklir Volume 10, Nomor 02, Nopember 2016).

Dari penjelasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa fungsi yang paling mendasar dari silinder pneumatic adalah mengubah energi potensial dari udara yang bertekanan menjadi energi kinetik melalui gerakan yang dihasilkan. Berdasarkan cara kerjanya silinder pneumatic mampu melakukan

beberapa fungsi yang dibutuhkan oleh mesin utamanya sebagai contoh: mendorong material ke proses selanjutnya, menekan dalam fungsi mesin pengepresan, meredam getaran mesin, penjepit material dan sebagainya.

Silinder Pneumatic yang banyak digunakan di industry terbagi dalam 2 tipe sebagai berikut:

- 1). Silinder kerja tunggal (Single Acting Cylinder) adalah silinder pneumatic yang memiliki satu output dari input yang berupa udara yang bertekanan seperti digambarkan pada gambar 2.2. Di industry single acting cylinder ini banyak digunakan untuk mendorong material keluar dengan penekanan piston pada satu arah dan piston mendorong balik untuk mengembalikan piston pada posisi semula. Kelemahan dari silinder pneumatik ini karena memiliki fungsi mendorong saja.



Gambar 2.2 (a) Konstruksi silinder kerja tunggal, (b) Simbol silinder kerja tunggal

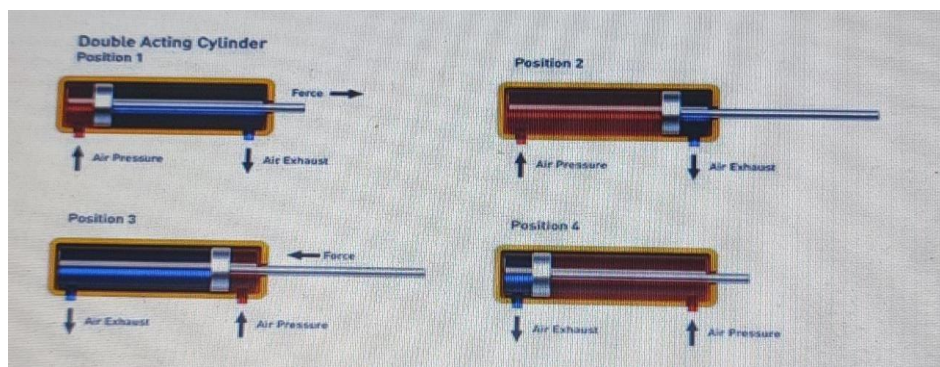
(Sumber : <http://www.infoelektro.com/2013/02/silinder-penggerak-ganda-double-acting.html>)

Pneumatik dapat dibedakan menjadi beberapa jenis menurut penggerak mekanismenya (Aktuator), yaitu (Jafar, 2019) :

1. Single Acting Cylinder (Silinder Kerja Tunggal)

Single acting cylinder atau biasa disebut dengan silinder kerja tunggal. Merupakan jenis aktuator yang umum digunakan, karena pada dasarnya penggunaan silinder ini cukup mudah untuk diterapkan dan lebih banyak kebutuhannya, Selain itu silinder ini banyak beredar dipasaran, hal tersebutlah yang membuat silinder

ini umum digunakan. Untuk membuat silinder bergerak maju, silinder diberi udara bertekanan. Ketika udara tersebut mengisi tangki udara pada silinder, perlahan batang silinder akan bergerak maju. Penulis memilih Pneumatik dengan aktuator *Single Action Cylinder* (Silinder Kerja Tunggal) sebagai salah satu komponen utama mesin Tugas Akhir dikarenakan pneumatik jenis ini sangat cocok untuk pengoperasian Press Tool dengan bantuan Pegas/*Spring* untuk mengembalikan Piston kembali ke posisi semula setelah pengoperasian.



Gambar 2.3 Skema *Single Acting Cylinder*

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

2. *Double Acting Cylinder* (Silinder Kerja Ganda)

Double Acting Cylinder atau biasa disebut dengan silinder kerja ganda merupakan komponen pneumatik yang umum digunakan dalam dunia perindustrian. Komponen ini sama halnya seperti pada silinder kerja tunggal yang umumnya banyak beredar dipasaran. Penggunaan silinder ini cukup mudah untuk diterapkan. Terdapat 2 buah saluran, yaitu saluran masuk untuk mendorong batang silinder dan saluran keluar untuk membuat batang silinder bergerak mundur. Cara kerja dari silinder ini yaitu, memberi udara bertekanan pada salah satu dari ke dua lubang tersebut yang mana pada saat diberi udara bertekanan pada salah satu input, maka udara tersebut akan mengisi ruang tangki yang ada pada silinder. Setelah muatan pada tangki sudah mencukupi, maka batang silinder akan bergerak maju maupun mundur.

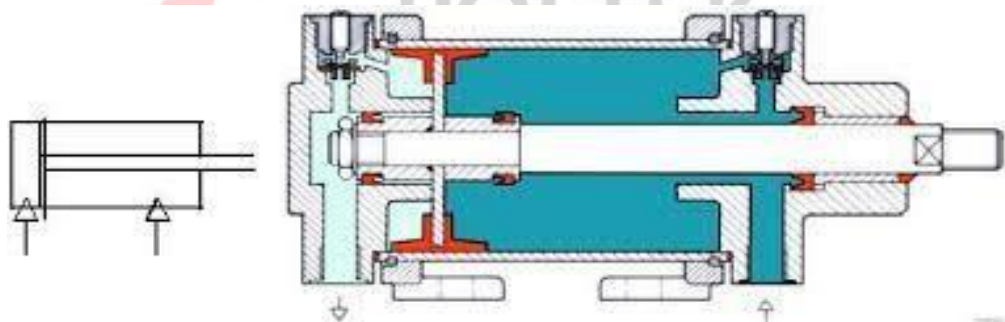
Gambar 2.4 Skema *Double Acting Cylinder*

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

Dua jenis double acting cylinder yang banyak digunakan di industry yaitu:

1). Silinder berbantalan pelindung (double acting cylinder with end positioning cushioning), adalah silinder pneumatic ganda dengan menggunakan bantalan pada ke-dua ujung langkah dengan tujuan untuk melindungi piston dari kerusakan yang diakibatkan oleh tenaga yang cukup besar;

2). Silinder tandem atau saling bergandengan yang ditunjukkan oleh gambar 2.6, adalah silinder pneumatic ganda yang dirancang menjadi satu unit rancangan. Perancangan tersebut memiliki tujuan meningkatkan gaya yang dihasilkan menjadi berlipat ganda hasil dari gerakan piston yang masuk secara bersamaan.. Silinder jenis ini dipasang disetiap tempat yang memerlukan gaya yang besar, tetapi diameter silinder turut menentukan

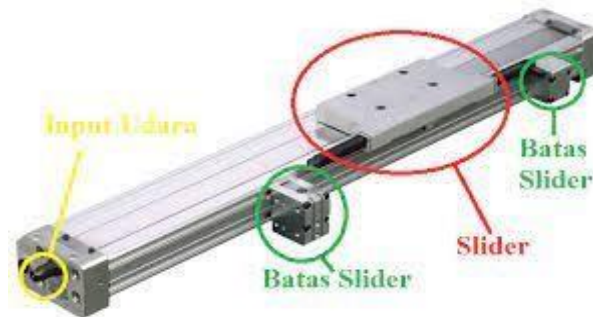


Gambar 2.5 Silinder Kerja Ganda dan Simbol

(Sumber : <http://www.infoelektro.com/2013/02/silinder-penggerak-ganda-double-acting.html>)

3. *Cylinder Without Piston Rod* (Silinder Slider)

Cylinder Without Piston Rod atau biasa dikenal dengan silinder slider merupakan silinder yang tidak memiliki sebuah batang piston untuk menggerakkan suatu mekanisme. Silinder slider memiliki 2 input angin yang sama dengan silinder kerja ganda dan cara kerja dari silinder tersebut juga mirip seperti silinder kerja ganda, yang membedakan hanyalah penggunaan mekanismenya. Pada silinder kerja ganda, penggunaan mekanismenya menggunakan batang silinder. Sedangkan pada silinder slider penggunaan mekanime menggunakan sebuah item/benda yang berbentuk kotak atau tabung.



Gambar 2.6 Pneumatik Silinder Slider

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

4. *Multiple Position Cylinder, Double-Acting* (Silinder kerja ganda dengan double silinder)

Silinder ini merupakan perkembangan dari silinder kerja ganda yang mana pada silinder ini terdapat 2 input dan 2 buah batang piston yang terletak pada sisi kanan dan sisi kiri silinder. Cara kerja dari silinder ini hampir sama dengan silinder kerja ganda pada umumnya. yang membedakan dari ke dua jenis silinder tersebut adalah posisi dari batang pistonnya. Pada batang piston Multiple position cylinder terdapat 2 buah batang silinder yang ada di sisi kanan dan sisi kiri. untuk mekanisme dari silinder tersebut yaitu, pada saat lubang udara sebelah kanan di isi udara bertekanan, maka batang silinder pada sebelah kiri akan bergerak maju, sedangkan pada batang piston sebelah kanan akan bergerak mundur. Begitu juga sebaliknya apabila lubang udara di sisi kanan diberi udara bertekanan maka silinder di sisi sebelah kanan akan bergerak maju dan silinder di sisi sebelah kiri akan bergerak mundur.



Gambar 2.7 Pneumatik Silinder kerja ganda dengan double silinder

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

Penggunaan sistem pneumatik, antara lain sebagai berikut :

- a. Rem
- b. Buka dan tutup pintu
- c. Pelepas dan penarik roda - roda pesawat
- d. Pelepas ban mobil dan lain – lain

2.1.1. Kelebihan Sistem Pneumatik

Kelebihan sistem pneumatik antara lain :

- a. Fluida kerja mudah didapat dan ditransfer
- b. Dapat disimpan dengan baik
- c. Penurunan tekanan relatif kecil
- d. Viskositas fluida yang lebih kecil sehingga gesekan dapat diabaikan
- e. Aman terhadap kebakaran.

2.1.2. Kekurangan Sistem Pneumatik

Kekurangan sistem pneumatik antara lain :

- a. Gangguan suara yang bising
- b. Gaya yang ditransfer terbatas
- c. Dapat terjadi pengembunan.

2.1.3. Komponen Sistem Pneumatik

1. Kompresor

Kompresor digunakan untuk mengisap udara di atmosfer dan menyimpannya dalam tangki penampung atau air receiver. Kondisi udara dalam atmosfer dipengaruhi oleh suhu dan tekanan.



Gambar 2.8 Kompresor

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

Secara umum kompresor dibedakan menjadi dua jenis yaitu kompresor perpindahan positif (*Positive Displacement compressor*) dan kompresor dinamis (*Dynamic compressor*)

1). Kompresor perpindahan positif

Kompresor perpindahan positif dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu kompresor piston (*reciprocating compressor*) dan kompresor putar (*rotary*)

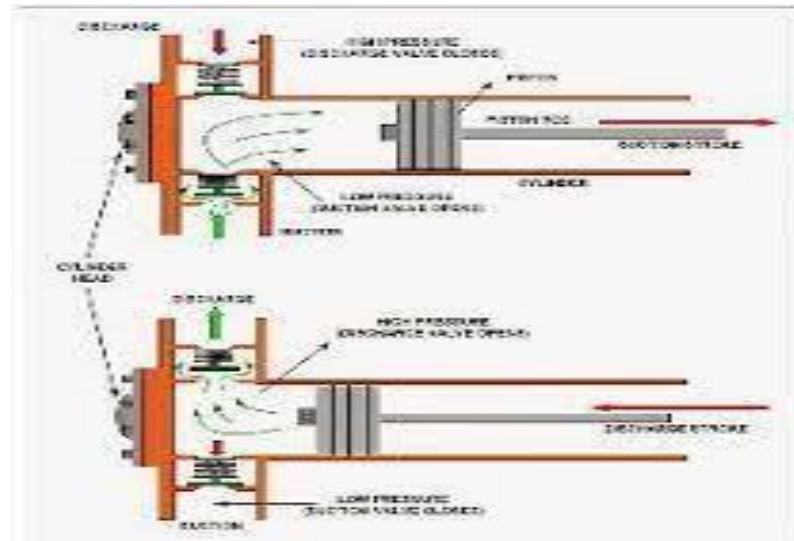
Kompresor Torak (*Reciprocating Compressor*)

dibagi lagi menjadi 3 jenis, yaitu :

(a). Kompresor Torak Resiprokal (*Reciprocating Compressor*)

Kompresor ini dikenal juga dengan kompresor torak, 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 penyimpanan udara.

Tabung penyimpanan dilengkapi dengan katup satu arah, sehingga udara yang ada dalam tangki tidak akan kembali ke silinder. Proses tersebut berlangsung terus-menerus hingga diperoleh tekanan udara yang diperlukan. Gerakan mengisap dan mengkompresi ke tabung penampung ini berlangsung secara terus menerus, pada umumnya bila tekanan dalam tabung telah melebihi kapasitas, maka katup pengaman akan terbuka, atau mesin penggerak akan mati secara otomatis.



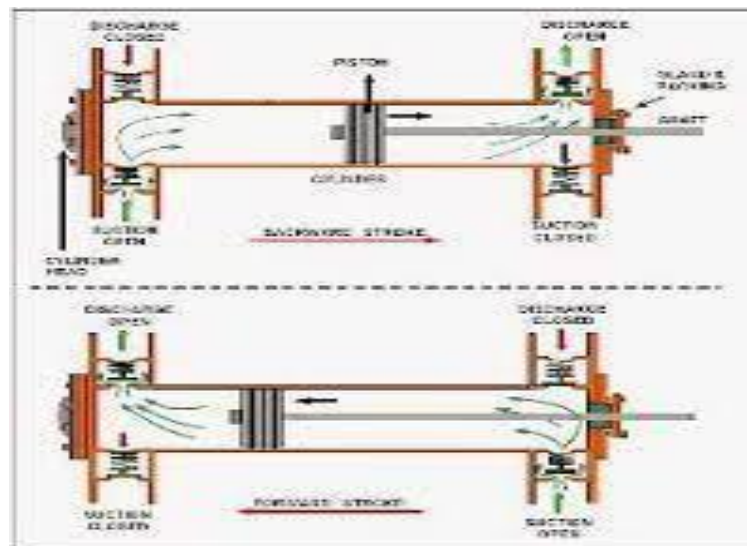
Gambar 2.9 Skema Kompresor Torak Reciprokal

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

(b).

Kompresor Torak Dua Tingkat Sistem/Kerja Ganda

Kompresor udara bertingkat digunakan untuk menghasilkan tekanan udara yang lebih tinggi. Udara masuk akan dikompresi oleh torak pertama, kemudian didinginkan, selanjutnya dimasukkan dalam silinder kedua untuk dikompresi oleh torak kedua sampai pada tekanan yang diinginkan. Pemampatan (pengompresian) udara tahap kedua lebih besar, temperatur udara akan naik selama terjadi kompresi, sehingga perlu mengalami proses pendinginan dengan memasang sistem pendingin. Metode pendinginan yang sering digunakan misalnya dengan sistem udara atau dengan system air bersirkulasi. Batas tekanan maksimum untuk jenis kompresor torak resiprokal antara lain, untuk kompresor satu tingkat tekanan hingga 4 bar, sedangkan dua tingkat atau lebih tekanannya hingga 15 bar. Penulis memilih Kompresor Torak Dua Tingkat Sistem/Kerja Ganda sebagai salah satu mesin yang digunakan saat pengujian “Mesin Press Kaleng Minuman Ringan Tenaga Pneumatik.” Penulis memilih kompresor Torak Dua Tingkat Sistem/KerjaGanda dikarenakan kompresor ini memiliki tekanan angin yang tinggi yaitu 15 bar.

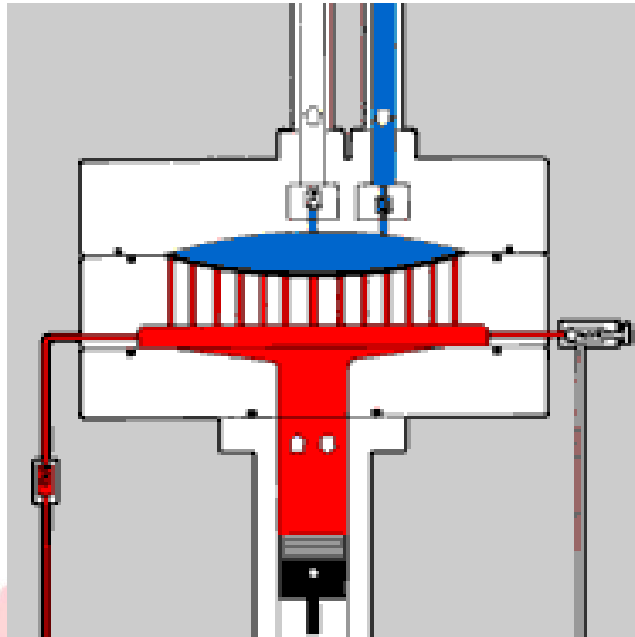


Gambar 2.10 Skema Kompresor Torak Dua Tingkat Sistem/Kerja Ganda

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

(c). Kompresor Diafragma

Jenis Kompresor ini termasuk dalam kelompok kompresor torak. Namun letak torak dipisahkan melalui sebuah membran diafragma. Udara yang masuk dan keluar tidak langsung berhubungan dengan bagian-bagian yang bergerak secara resiprokal. Adanya pemisahan ruangan ini udara akan lebih terjaga dan bebas dari uap air dan pelumas/oli. Oleh karena itu kompresor diafragma banyak digunakan pada industri bahan makanan, farmasi, obat-obatan, dan bahan kimia. Prinsip kerjanya hampir sama dengan kompresor torak. Perbedaannya terdapat pada sistem kompresi udara yang akan masuk kedalam tangki penyimpanan udara bertekanan. Torak pada kompresor diafragma tidak secara langsung menghisap dan menekan udara, tetapi menggerakkan sebuah membran (diafragma) dulu.

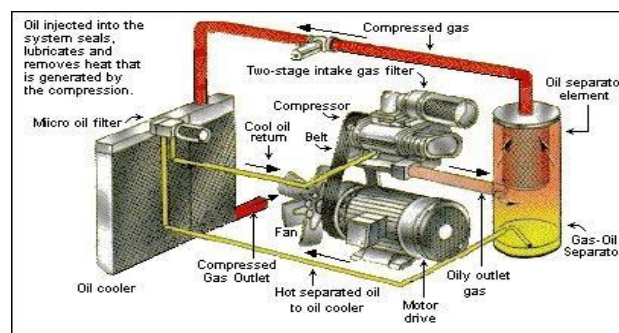


Gambar 2.11 Skema Kompresor Diafragma

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

Kompresor Putar (Rotary)

Kompresor putar baling-baling luncur secara eksentrik rotor dipasang berputar dalam rumah yang berbentuk silindris, mempunyai lubang-lubang masuk dan keluar. Keuntungan dari kompresor jenis ini adalah mempunyai bentuk yang pendek dan kecil, sehingga menghemat ruangan dan juga dapat menghantarkan dan menghasilkan udara secara terus menerus dengan mantap. Baling-baling luncur dimasukkan ke dalam lubang yang tergabung dalam rotor dan ruangan dengan bentuk dinding silindris. Ketika rotor mulai berputar, energi gaya sentrifugal baling-balingnya akan melawan dinding.



Gambar 2.12 Skema Kompresor Putar

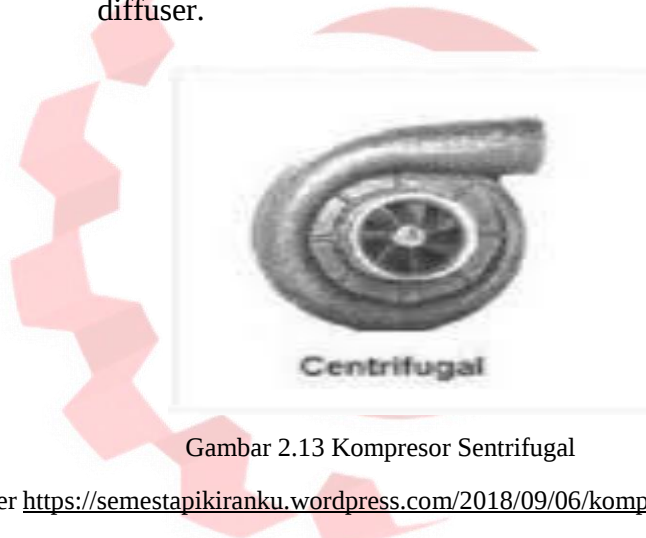
(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

2). Kompresor Dinamis

Kompresor dinamis dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu kompresor sentrifugal dan kompresor aksial.

(a). Kompresor sentrifugal

Kompresor sentrifugal merupakan kompresor yang memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller untuk mempercepat aliran fluida udara (gaya kinetik), yang kemudian diubah menjadi peningkatan potensi tekanan (menjadi gaya tekan) dengan memperlambat aliran melalui diffuser.

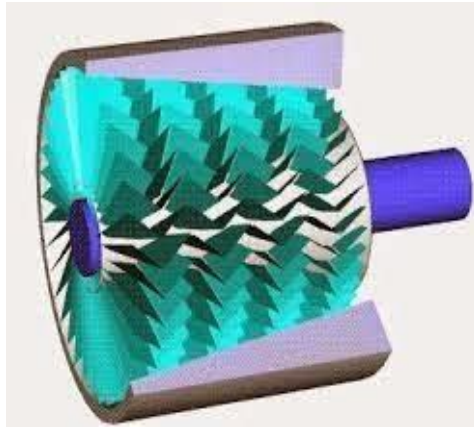


Gambar 2.13 Kompresor Sentrifugal

(Sumber <https://semestapikiranku.wordpress.com/2018/09/06/kompresor-sentrifugal/>)

(b). Kompresor Aksial

Kompresor aksial adalah kompresor yang berputar dinamis yang menggunakan serangkaian kipas airfoil untuk semakin menekan aliran fluida. Aliran udara yang masuk akan mengalir keluar dengan cepat tanpa perlu dilemparkan ke samping seperti yang dilakukan kompresor sentrifugal. Kompresor aksial secara luas digunakan dalam turbin gas/udara seperti mesin jet, mesin kapal kecepatan tinggi, dan pembangkit listrik skala kecil.



Gambar 2.14 Kompresor Aksial

(Sumber <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/03/Pengertian-Kompresor.html>)

2. *Oil and Water Trap*

Fungsi dari *Oil and Water Trap* adalah sebagai pemisah oli dan air dari udara yang masuk dari kompresor. Jumlah air persentasenya sangat kecil pada udara yang masuk kedalam sistem pneumatik, akan tetapi dapat menjadi penyebab serius dari tidak berfungsinya sistem.



Gambar 2.15 *Oil and Water Trap*

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

3. *Preassure Regulator*

Sistem tekanan udara masuk pada tekanan tinggi menambah tekanan pada bilik dan mendesak beban pada piston atau tempat mengatur tekanan udara yang akan masuk ke *cylinder pneumatic*.



Gambar 2.16 *Preassure Regulator*

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

2.2 **Beban**

Beban press berfungsi sebagai penekan filter. Gaya tekan penampang didapat dari sistem pneumatik yang ditenagai udara terkompresi dengan menggunakan kompresor.

2.3 **Proses Permesinan**

Proses permesinan adalah proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam. Diperkirakan sekitar 60% sampai 80% dari seluruh proses pembuatan suatu mesin yang komplit dilakukan dengan proses permesinan.

2.4 **Mesin Bor**

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutarakan alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut BOR. (Ikhtiar, 2018)

a. Mesin Bor Meja

Mesin bor meja adalah mesin bor yang diletakkan diatas meja. Mesin ini digunakan untuk membuat lubang benda kerja dengan diameter (terbatas sampai dengan diameter 16 mm). Prinsip kerja mesin bor meja adalah putaran motor listrik ke poros mesin sehingga poros berputar. Selanjutnya poros berputar sekaligus sebagai pemegang mata bor yang dapat digerakkan naik turun dengan bantuan roda gigi lurus dan gigi rack yang dapat mengatur tekanan pemakanan saat pengeboran.



Gambar 2.17 Gambar Mesin Bor Meja

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

b. Mesin Bor Koordinat

Mesin bor koordinat pada dasarnya memiliki prinsip yang sama dengan mesin bor yang lainnya. Perbedaanya terdapat pada sistem pengaturan posisi pengeboran. Mesin bor koordinat digunakan untuk membuat/membesarkan lubang antar masing-masingnya memiliki ukuran dan ketelitian yang tinggi. Untuk mendapatkan ukuran ketelitian yang tinggi tersebut digunakan meja kombinasi yang dapat diatur dalam memanjang dan arah melintang dengan bantuan sistem optik serta dapat diatur mencapai toleransi 0,001 mm.



Gambar 2.18 Mesin Bor Koordinat

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

2.5 Las Listrik

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan. Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Norman*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Sehingga proses pengelasan logam yang tidak sejenis membutuhkan beberapa teknik tertentu, misalnya pemilihan logam yang akan disambung harus tepat, pemilihan elektroda yang sesuai, pengaturan heat input yang tepat, serta pemilihan perlakuan panas pasca pengelasan yang tepat.



Gambar 2.19 Las Listrik

(Sumber <http://eprints.polsri.ac.id/6671/3/File%20III.pdf>)

2.6 Rumus Perhitungan

Kapasitas ditentukan dari tekanan 20 ton, perhitungan ini untuk mendapatkan keserasian antar komponen didalam mesin. Untuk menentukan perhitungan kita pakai kapasitas 20 ton. Rumus yang dipakai adalah :

$$D^2 = \frac{(F \times R)}{(P \times 7,86)}$$

(FESTO ; 5)

Ket :

D^2 = Diameter slinder

F = Gaya

R = Gesekan

P = Tekanan kerja, untuk menentukan pneumatik menggunakan tekanan 6 bar = 600.000 N/m²

2.7 ` Komponen Pendukung

a. *Silencer pneumatic*

Silencer pneumatic merupakan komponen pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi untuk meredam suara bising dari tekanan udara keluaran yang di buang.



Gambar 2.20 *Silincer pneumatic*

(Sumber <https://www.indiamart.com/proddetail/pneumatic-conical-air-silencer-20908280433.html>)

b. Sambungan *Fitting*

Fitting merupakan komponen pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi sebagai penghubung antara komponen pneumatik dengan selang atau sebagai sambungan antar selang.



Gambar 2.21 Sambungan *Fitting*

(Sumber <https://m.indotrading.com/pacifikteknik/fitting-pneumatic-pria-lurus-pc04-02-p948436.aspx>)

c. Selang Pneumatik

Media penghantar energy pada sistem pneumatik adalah selang. Berbeda dengan control listrik yang menggunakan kabel sebagai media penghantar arus. Selang mempunyai sifat elastis atau lentur sehingga memungkinkan selang mudah diatur maupun ditempatkan sesuai dengan kebutuhan. Selang yang digunakan berukuran 12 mm.



Gambar 2.22 Selang Pneumatik

(Sumber <https://www.priceza.co.id/s/harga/selang-festo>)

d. Katup 5/2 Pneumatik

Katup pneumatik merupakan salah satu komponen penting di dalam peralatan pneumatik. Fungsi utama dari katup-katup di dalam suatu sistem pneumatik adalah untuk mengubah, membangkitkan atau menghentikan sinyal untuk keperluan penginderaan, pemrosesan, dan pengendalian. Katup dibagi-bagi menjadi beberapa golongan berdasarkan fungsinya di dalam rangkaian pneumatik. Katup juga dapat dibagi-bagi berdasarkan jenis sinyal yang diterima, metode pengaktifan, metode kembali ke posisi semula dan konstruksinya.



Gambar 2.23 Katup 5/2 Pneumatik
(Sumber Dokumentasi Pribadi)

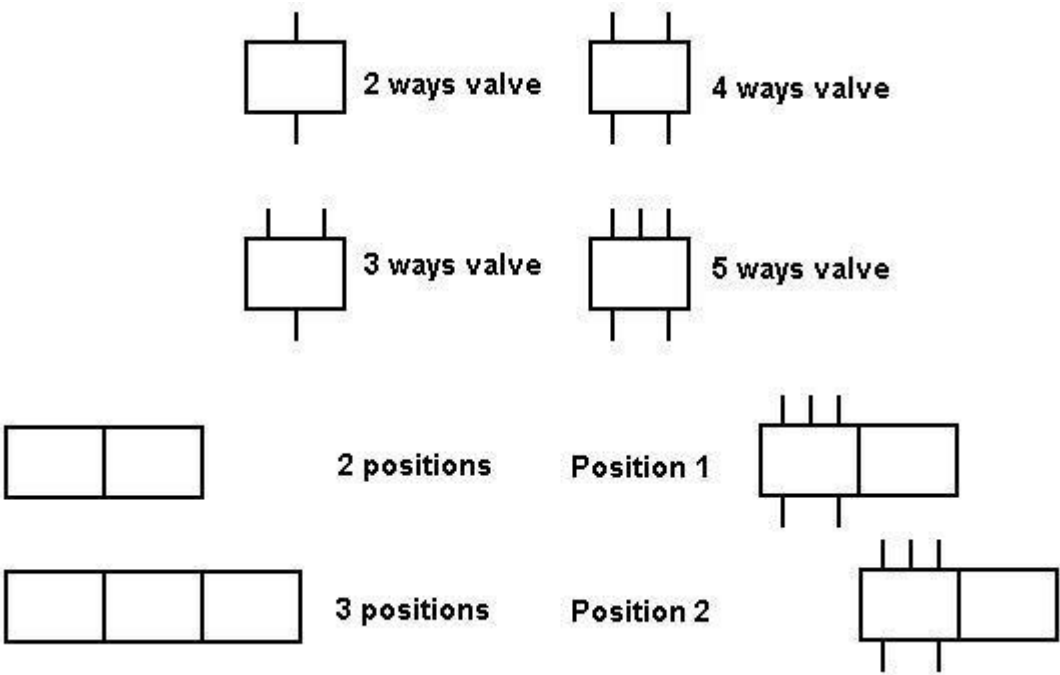
Katup yang dioperasikan sebagai element sinyal akan menghasilkan sinyal jika diaktifkan (mis. katup tuas dan katup roler) dan katup jenis ini akan menghasilkan sinyal yang berguna untuk memberikan informasi mengenai posisi dari poros suatu silinder pneumatik.

Tipe katup pneumatik dapat dikenal melalui,

- Jumlah saluran (ports) yang dimilikinya. Misalnya katup dengan tipe 2,3,4,5 port.
- Jumlah posisi kerja, misalnya katup dengan 2, 3 posisi kerja
- Metode pengaktifan, misalnya secara manual, dengan tekanan udara, atau dengan solenoid (listrik).
- Metode pengembalian ke posisi awal, misalnya dengan tenaga pegas, tenaga udara bertekanan atau dengan tenaga listrik (solenoid).
- Fungsi operasi khusus, misalnya melalui fungsi pengambil alihan secara manual.

Banyaknya terminal input-output atau port dari suatu katup ditunjukkan melalui

jumlah garis lurus yang digambar pada bagian luar dari kotak. Contohnya ditunjukkan pada Gambar 2.22.



Gambar 2.24 Prinsip dasar posisi katup pneumatik
(Sumber <https://kuliah.unpatti.ac.id/mod/page/view.php?id=34>)