

BAB II

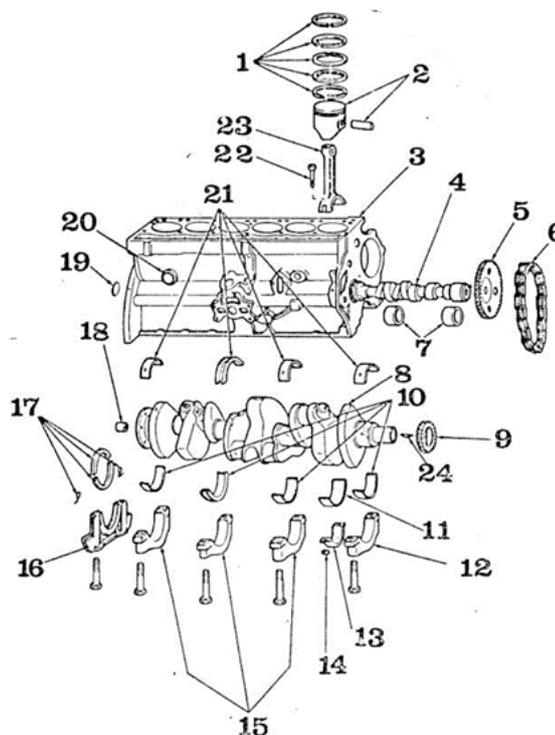
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konstruksi *Block Cylinder*

Block cylinder merupakan bagian utama dari motor bakar. Bagian-bagian lain dari motor dipasangkan di dalam atau pada *block cylinder*, sehingga terbentuk susunan motor yang lengkap. Pada *block cylinder* ini terdapat lubang silinder yang permukaan dinding halus, dimana torak bergerak bolak-balik. *Cylinder* bersama-sama dengan kepala silinder membentuk ruang bakar, yaitu tempat melaksanakan pembakaran bahan bakar.

Block Cylinder mempunyai fungsi diantara lain yaitu :

1. Sebagai dudukan kepala silinder.
2. Sebagai dudukan silinder linear.
3. Sebagai dudukan mekanisme poros engkol.



Gambar 2.1 Konstruksi *Block Cylinder*
(Lenterahidup, 2021)

Keterangan:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1. <i>Piston Ring.</i> | 13. <i>Connecting road cup.</i> |
| 2. <i>Piston dan Pin Piston.</i> | 14. <i>Connecting road nut.</i> |
| 3. <i>Block Cylinder.</i> | 15. <i>Crankshaft cup.</i> |
| 4. <i>Chamshaft.</i> | 16. <i>Seat crankshaft bearing cup.</i> |
| 5. <i>Camshaft Gear.</i> | 17. <i>Oil seal.</i> |
| 6. <i>Tining Chain.</i> | 18. <i>Pilot bearing.</i> |
| 7. <i>Camshaft Bearing/Bushing.</i> | 19. <i>Cooling driened plug.</i> |
| 8. <i>Crankshaft.</i> | 20. <i>Cooling driened plug.</i> |
| 9. <i>Crankshaft Gear.</i> | 21. <i>Crankshaft bearing.</i> |
| 10. <i>Crankshaft Bearing.</i> | 22. <i>Bolt connecting road.</i> |
| 11. <i>Connecting Rod Bearing.</i> | 23. <i>Connecting road.</i> |
| 12. <i>Main bearing up.</i> | 24. <i>Lock</i> |

2.2 Mekanisme Katup

Pada bagian atas *block cylinder* terdapat kepala silinder yang berfungsi sebagai tempat untuk menempatkan mekanisme katup yaitu *camshaft*, *rocker arm*, *valve*, *spark plug* dan juga berfungsi sebagai penutup silinder. Secara umum katup berfungsi untuk pintu masuk campuran udara dan bahan bakar ke dalam ruang bakar dan sebagai pintu keluar dari gas sisa pembakaran dari ruang bakar, selain itu katup juga berfungsi untuk menjaga agar kompresi mesin agar tidak bocor dan menjaga agar oli pelumas jangan sampai masuk ke ruang bakar.

Komponen Mekanisme Katup :

1. *Camshaft.*

Camshaft adalah bagian dari mesin yang berfungsi mengatur buka tutup klep (*valve/katup*) yang mengatur poros distributor, menggerakkan *fuel pump*, dan tempat sensor untuk mendeteksi sudut putaran *camshaft*. Komponen ini terletak di bagian silinder kepala meski ada juga yang terletak di blok mesin. *Camshaft* berbentuk batangan silinder dengan panjang tertentu dan ada bagian-bagian dengan bentuk khusus seperti *journal* yang berfungsi sebagai poros *camshaft* berotasi dan *lobe* sebagai penekan klep. Hal ini seiring pula dengan

gerakan naik dan turunnya piston dari TMA menuju TMB dan TMB menuju TMA sehingga langkah tersebut dapat membuat campuran bahan bakar dan udara terhisap masuk ke dalam ruang pembakaran dan membuang sisa pembakaran melalui saluran buang. Hal ini sesuai siklus empat langkah seperti yang dijelaskan diatas. Karena arah tonjolan *nok* berbeda-beda untuk setiap katup hisap dan buang maka putaran *camshaft* tersebut memberikan dorongan yang berbeda tergantung arah *nok* saat menekan katup yang mana sehingga siklus empat langkah diatas dapat berjalan seiring dengan putaran *camshaft*.

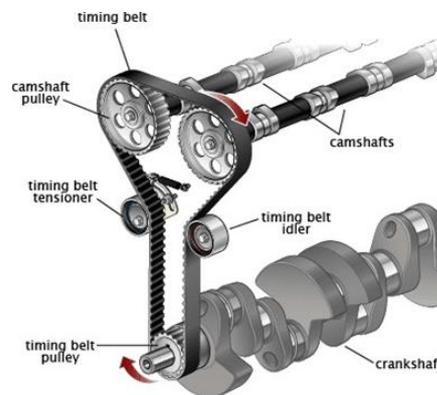


Gambar 2.2 *Camshaft*
(Texasspeed, 2022)

Mekanisme dari *camshaft* yang menekan katup hisap dan katup buang serta hubungannya dengan putaran *crankshaft* biasanya disebut dengan *valve train mechanism*. *Valve train mechanism* adalah suatu mekanisme yang menghubungkan katup hisap dan katup buang dengan gerakan piston, katup hisap dan katup buang dengan *camshaft*, hubungan *camshaft* dengan *crankshaft* serta hubungan *crankshaft* dengan piston yang dihubungkan melalui *connecting rod*. *Camshaft* dapat berputar akibat putaran dari *crankshaft* yang dihubungkan melalui suatu *belt* yang biasanya disebut *timing belt*. Namun bukan hanya *belt* saja yang menghubungkan antara *crankshaft* dengan *camshaft*. Jenis penghubung lainnya adalah rantai atau biasa disebut *timing chain*, dan juga roda gigi yang disebut *timing gear*.

a. *Timing Belt*

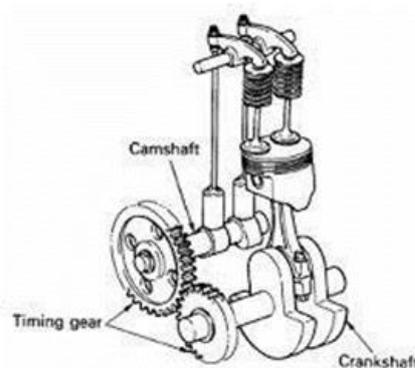
Putaran *crankshaft* tersebut juga menyebabkan gerakan piston naik dan turun. Antara piston dan *crankshaft* tersebut dihubungkan dengan adanya *connecting rod*. Sehingga gerakan naik turun piston tersebut akan sesuai dengan pembukaan dan penutupan katup hisap dan katup buang pada ruang bakar. Kekurangan dari mekanisme katup model *timing belt* adalah *belt* dapat putus jika karetnya menjadi keras. Namun kelebihan dari *timing belt* lebih halus dan tidak memerlukan pelumas.



Gambar 2.3 *Timing Belt*
(Bacabrosur, 2022)

b. *Timing Gear*

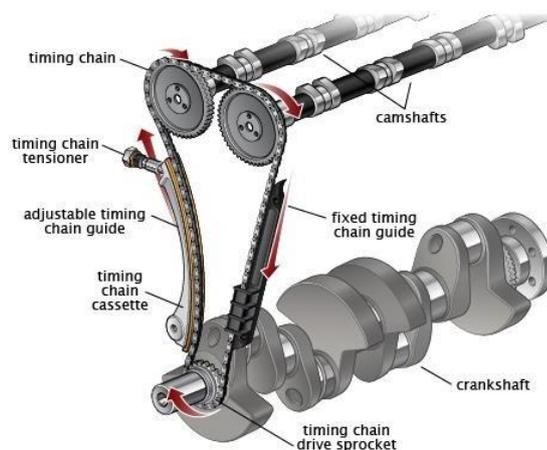
Pada mekanisme dengan model *timing gear* ini juga menghubungkan putaran *crankshaft* dan *camshaft*. Namun melalui mekanisme roda gigi. Kekurangan dari model ini adalah model ini lebih berisik namun lebih kuat.



Gambar 2.4 *Timing Gear*
(Ilmuotomotiv, 2022)

c. *Timing Chain*

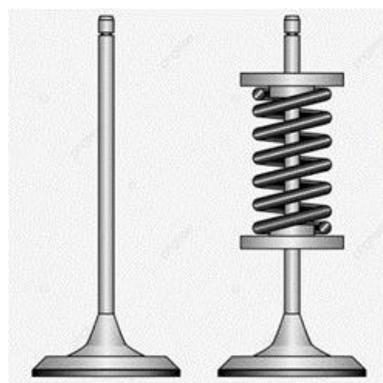
Pada mekanisme dengan *model timing chain*, *crankshaft* dihubungkan dengan *camshaft* melalui *sprocket* dan rantai. Kelebihan dari mekanisme ini juga lebih kuat dari *belt* namun juga sedikit berisik walaupun tidak seberisik model *timing gear* dan tetap memerlukan pelumasan.



Gambar 2.5 *Timing Chain*
(Repairpal, 2022)

2. Katup

Valve poppet (katup) adalah salah satu komponen yang umum ditemukan pada mesin yang berguna sebagai alat untuk membuka dan menutup.



Gambar 2.6 Bagian katup
(Pngtree, 2022)

Secara umum, kegunaan *valve* adalah untuk mengatur aliran fluida, baik berupa cairan maupun gas. Katup terbagi menjadi dua, antara lain :

a. Katup masuk (*intake valve*).

Katup masuk berfungsi untuk mengatur aliran campuran bahan bakar udara (hanya udara saja pada mesin dengan sistem induksi model *direct injection*) ke dalam ruang bakar (*cumbostion chamber*).

b. Katup buang (*exhaust valve*).

Katup buang berfungsi untuk bekerja mengendalikan aliran gas buang keluar dari ruang bakar setelah proses pembakaran terselesaikan.

Katup harus kuat menerima pembebanan pada ujung batang katup dari pelatuk atau dari *cam* dan harus pada batang katup karena menerima keausan saat bekerja. Daun katup harus kuat dari tumbukan dan harus dapat menahan panas dengan suhu lebih kurang 800 derajat *celcius*. Konstruksi dari katup hisap adalah daun katup hisap dibuat lebih besar dengan tujuan memperbaiki sistem pengisian campuran bahan bakar dan udara sedangkan katup buang dibuat lebih kecil dengan tujuan mempercepat laju pembuangan gas sisa pembakaran. Katup terbuat dari bahan baja *silicon*, pada bagian ujung katup dibuat lebih keras untuk mengurangi atau memperkecil keausan.

3. Pelatuk (*Rocker arm*).

Rocker arm adalah salah satu komponen kepala silinder. Komponen ini juga sering disebut dengan pelatuk katup atau templar. Sesuai dengan namanya, komponen ini terletak pada bagian penggalan kepala silinder. Pelatuk katup ini terletak dalam sebuah *shaft* pada bagian penggalan kepala silinder. Pelatuk bekerja untuk menekan batang katup agar membuka melawan gaya pegas. Pelatuk akan menekan ketika tonjolan poros *cam* mengenai pelatuk. Ketika tonjolan poros *cam* tidak menyentuh katup maka posisi katup dalam keadaan tertutup. Perkembangan pelatuk pada sisi sentuhnya dipasang *roller* agar pengangkatan katup lebih cepat dan ringan karena *roll* dapat berputar sehingga dapat meningkatkan efektifitas kerja mekanik katup.



Gambar 2.7 *Rocker Arm*
(autoline, 2022)

4. Pegas (*Spring*)

Pegas adalah benda elastis yang digunakan untuk menyimpan energi mekanis. Pegas biasanya terbuat dari baja. Pada *engine*, pegas berfungsi untuk mengatur agar katup rapat dengan dudukannya dan sebagai pengembali katup. Pegas katup ada yang menggunakan jenis tunggal dan ada yang menggunakan jenis ganda.



Gambar 2.8 *Spring*
(otoflik, 2022)

Pegas katup yang lemah akan berakibat katup tidak akan menutup rapat dan pada putaran tinggi katup akan melompat-lompat sehingga tenaga mesin akan berkurang dan rusaknya komponen seperti katup atau piston karena bertabrakan.

2.3 Bentuk dan bagian-bagian katup

Katup yang umumnya digunakan pada motor diesel maupun motor bensin berbentuk jamur dan disebut dengan *poppet valve*. Katup berfungsi untuk membuka dan menutup *intake manifold* dan *exhaust manifold*. Tiap silinder pasti

dilengkapi minimal dengan dua katup yaitu katup masuk dan katup buang. Konstruksi katup terdiri dari kepala katup (*valve head*) dan batang katup (*valve stem*). Temperatur rata-rata yang terjadi pada daun katup hisap adalah antara 250-275 derajat *celcius*, sedangkan untuk katup buang berkisar antara 700-760 derajat *celcius*. Dengan temperatur diatas, maka daun katup buang dibuat dari bahan yang lebih kuat dari pada daun katup masuk. Agar katup menutup rapat pada dudukannya, maka permukaan sudut katup (*valve face angle*) dibuat pada 44,5 atau 45,5 derajat *celcius*.



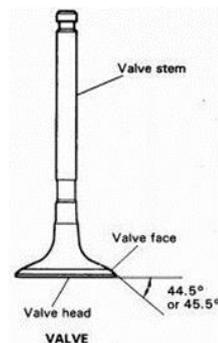
Gambar 2.9 Katup Hisap dan Katup Buang
(otoflik,2022)

a. Kepala Katup (*Valve Head*)

Kepala katup adalah bagian dari katup. Katup mempunyai bentuk kerucut dengan lebar sudut persinggungan katup antara 30, 45, dan 60 derajat. Bila katup tertutup, katup akan menempel dengan rapat pada dudukannya.

b. Batang Katup (*Valve Stem*)

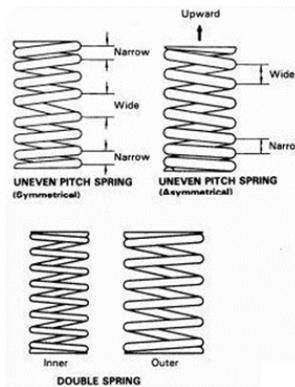
Batang katup dibuat untuk bergerak didalam penghantar katup (*valve stem guide*). Karena itulah katup harus bergerak dengan baik. Pada bagian bawah katup terdapat pengunci (*conical*) pegas katup.



Gambar 2.10 Kepala Katup dan Batang Katup
(lksotomotif, 2022)

c. Pegas Katup (*Valve Spring*)

Pegas katup berfungsi sebagai gaya untuk mendorong katup menutup saat katup terbuka akibat tertekan poros nok dan menjaga agar katup dapat menutup dengan rapat.



Gambar 2.11 Pegas Katup
(Iksotomotif, 2022)

Kecepatan katup menutup katup tergantung dari gaya pegas dan massa dari bagian yang digerakkan. Pegas katup adalah pegas spiral yang bekerja menutup katup.

Penggunaan pegas yang jarak *pitch*nya berbeda atau pegas ganda adalah untuk mencegah katup melayang. Katup melayang adalah gerakan katup yang tidak seirama dengan gerakan *cam* saat putaran tinggi. Pegas dengan jarak *pitch* berbeda tipe *assymetrical* dipasang dengan posisi yang lebih renggang berada diposisi atas.

d. Penahan Pegas (*Retainer/Rotocoil*)

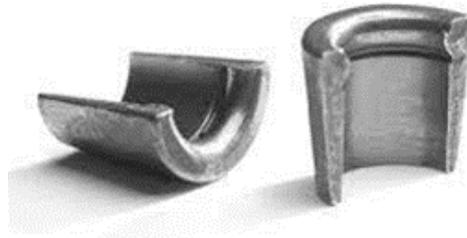
Pada konstruksi mekanisme katup terdapat pegas yang mana fungsinya untuk mengembalikan katup pada posisi semula. Untuk menahan pegas supaya tidak lepas maka digunakan sebuah penahan yaitu *retainter*.



Gambar 2.12 Retainer
(amazon, 2022)

e. Pengunci *Valve (Conical)*

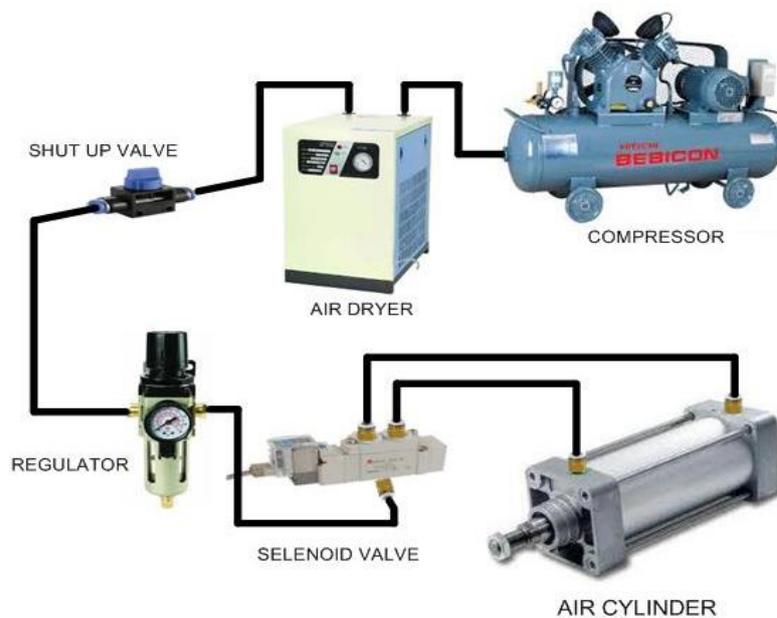
Pada batang katup terdapat alur kunci sebagaiudukan pengunci (*conical*) penahan pegas. Pengunci pegas tersebut dihubungkan dengan *retainer*.



Gambar 2.13 Bentuk Pengunci *Valve*
(multisparepart, 2022)

2.4 Sistem Pneumatik

Pneumatik adalah sebuah sistem penggerak yang memanfaatkan tekanan udara sebagai tenaga penggeraknya. Jadi, secara sederhana pneumatik adalah tekanan udara yang dinaikkan oleh kompresor udara, sehingga mampu menggerakkan alat-alat industri. Tekanan udara tersebut akan menggerakkan sebuah *cylinder* kerja, dimana *cylinder* kerja yang nantinya akan mengubah tenaga/tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik (gerakan maju mundur pada *cylinder*).



Gambar 2.14 Sistem Pneumatik
(trikuenidesain, 2022)

2.4.1 Prinsip Kerja Pneumatik

Prinsip kerja dari sistem pneumatik adalah pemanfaatan udara terkompresi menjadi suatu gerakan translasi pada plunyer atau piston. Untuk pengaplikasian yang lebih banyak, maka hal ini jauh lebih efisien dan praktis. Pada umumnya, sistem meliputi kompresor udara yang menyimpan udara yang terkompresi dalam sebuah *cylinder* dan melepaskannya di bawah kontrol listrik. Sistem pneumatik menggunakan hukum-hukum aeromekanika, yang mana menentukan kondisi keseimbangan antara gas dan uap (khususnya udara atmosfer) dengan adanya gaya-gaya luar (aerostatika) dan teori aliran (aerodinamika).

2.4.2 Keunggulan dan kekurangan sistem Pneumatik

Berikut merupakan beberapa kelebihan dari sistem Pneumatik :

- a. Udara sebagai tenaga kerja mudah didapatkan dan memiliki jumlah yang tak terbatas.
- b. Bersih, kering, dan penyimpanan yang mudah.
- c. Aman terhadap kebakaran atau ledakan.
- d. Tidak memerlukan pendinginan fluida kerja.
- e. Sederhana dan harga murah.

Berikut merupakan beberapa kekurangan dari sistem Pneumatik :

- a. Daya mekanik yang dihasilkan sangat rendah.
- b. Menghasilkan suara yang bising.

2.5 Bahan dan Komponen

Berikut merupakan Bahan dan Komponen yang digunakan dalam rancang bangun *Valve Spring Removal* sistem Pneumatik :

- a. Kompresor Udara

berfungsi untuk menghisap udara yang berada di atmosfer dan menyimpannya ke dalam tabung penampung udara atau *receivoir air*. Kondisi udara yang berada di atmosfer dipengaruhi oleh suhu dan tekanan. Udara pada tabung penampung akan mencapai tekanan 6 -9 bar (tekanan rata-rata). Tekanan dibawah 6 bar dapat menyebabkan turunkan daya mekanik dari *cylinder* kerja

Pneumatik. Sedangkan tekanan diatas 9 bar, merupakan tekanan yang sangat berbahaya pada sistem perpipaan atau kompresor.



Gambar 2.15 Kompresor Udara
(Sekolahkami, 2022)

b. *Air Cylinder / Actuator*

Air Cylinder adalah sebuah alat yang biasanya berbentuk silinder dan digerakan oleh tekanan udara serta menghasilkan gerak linear. Tekanan udara yang digunakan biasanya 7 bar (untuk lebih pasti nya bisa dilihat di manual *pneumatic* silinder tersebut).



Gambar 2.16 Air Cylinder
(Sekolahkami, 2022)

c. *Hand Valve*

Hand Valve merupakan komponen pada sistem Pneumatik yang berfungsi sebagai mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran angin.



Gambar 2.17 Hand Valve
(Sekolahkami, 2022)

d. *Fitting Speed Control*

Fitting speed control adalah untuk mengatur cepat lambatnya udara yang lewat. Kebanyakan mekanik yang menggunakan fitting speed control ini adalah untuk mengetahui cepat lambatnya proses dorong alat pneumatic yang dipakai.



Gambar 2.18 *Fitting speed control*
(Sekolahkami, 2022)

e. *Silincer*

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



Gambar 2.19 *Silincer*
(Sekolahkami, 2022)

f. *Fitting Staight*

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



Gambar 2.20 *Fitting Staight*
(Sekolahkami, 2022)

g. Selang

Media penghantar energi pada sistem pneumatik adalah selang. Berbeda dengan sistem kontrol listrik yang menggunakan kabel sebagai media penghantar arus. Selang mempunyai sifat elastis atau lentur sehingga memungkinkan selang mudah diatur maupun ditempatkan sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.21 Selang
(Sekolahkami, 2022)

h. *Air Nipple*

Air Nipple adalah komponen dari tempaan besi yang panjang dan lurus. *Fitting nipple* digunakan untuk dihubungkan ke berbagai equipment lain pada sistem perpipaan. Tekanan pada fitting nipple akan bervariasi dari ukuran, jenis, temperatur dan konstruksi pipa.



Gambar 2.22 *Air Nipple*
(Sekolahkami, 2022)

i. Plat Strip

Plat Strip merupakan jenis besi baja yang berbentuk lembaran memanjang dan umum digunakan untuk keperluan konstruksi sipil, arsitektural, dan juga pembuatan suatu produk. Besi baja satu ini juga termasuk ke dalam baja karbon rendah.



Gambar 2.23 Plat Strip
(Sekolahkami, 2022)

j. **Baut dan Mur**

Mur dan baut adalah pasangan yang memiliki fungsi utama untuk menyambungkan dua benda atau lebih. Tipe sambungan yang digunakan adalah sambungan tidak tetap yang artinya sambungan tersebut dapat dilepas kembali tanpa harus merusak sambungan kedua benda.



Gambar 2.24 Baut dan Mur
(Sekolahkami, 2022)

2.6 Dasar-dasar Perhitungan

Gaya Tekan

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

P = Tekanan

F = Gaya berat benda

A = Luas permukaan

2.6.1 Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik, juga dikenal sebagai aktuator pneumatik, adalah produk yang digunakan untuk memberikan gerakan dan gaya linier atau putar ke sistem, mesin, dan proses. Silinder pneumatik juga dikenal sebagai aktuator, dan telah digunakan secara luas di berbagai perangkat kontrol. Silinder pneumatik menggunakan udara tekan sebagai sumber gas dan mengubah energi tekanan gas menjadi energi mekanik. Komponen utama dari aktuator pneumatik termasuk tutup ujung, piston, batang piston, *cylinder stroke*, segel penghapus dan selongsong bantalan serta segel. Dalam rangkaian sederhana, aktuator pneumatik

kerja tunggal dapat dioperasikan dengan sebuah tombol. Saat tombol ini ditekan, udara menggerakkan batang piston ke luar. Sistem pneumatik menggunakan udara terkompresi untuk membuat gerakan mekanis berputar atau linier dan aplikasi daya yang bekerja. Aktuator pneumatik akan menggunakan udara terkompresi untuk bekerja pada piston di dalam silinder untuk menciptakan gerakan yang diperlukan, misalnya menjepit, atau memindahkan beban di sepanjang jalur *linier*.

- Untuk menghitung berapa besar diameter silinder pneumatik yang digunakan, dengan cara :

$$(F + R) = A \times p \text{ atau } (F + R) = \left(\frac{\pi}{4} \times D^2\right)^n \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

A = Luas silinder (m^2)

F = Gaya (N)

R = Gesekan (N)

p = Tekanan kerja pneumatic (N/m^2)

d = Diameter piston (mm)

2.6.2 Kompresor Udara

Adalah kompresor yang paling sering kita jumpai. Kompresor ini berfungsi untuk menaikkan tekanan udara dari lingkungan menjadi udara bertekanan. Udara tersebut untuk mengisi ban kendaraan kamu atau keperluan lainnya. biasanya dilengkapi juga dengan built-in tangki sebagai tempat penyimpanan udara bertekanan sebelum digunakan.

- Debit kompresor

Debit kompresor adalah jumlah udara yang harus dialirkan kedalam silinder pneumatik, dapat dihitung dengan cara:

$$Q_s = (\pi/4) (ds)^2 (v) \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

Qs = Debit kompresor (l/min)

ds = diameter silinder (mm atau cm)

V = kecepatan piston (mm/dtk atau mm/menit)

- Daya kompresor

Daya kompresor dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$N_s = (Q_s)(\eta_{tot}) \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

N_s = Daya kompresor (l/min)

Q_s = Debit kompresor (l/dtk)

η_{tot} = Effisiensi total (Pk)

2.6.3 Perhitungan Pneumatik

Bagian-bagian dari pneumatik yang perlu dihitung sebagai berikut :

- Gaya efektif piston maju

gaya efektif piston saat maju dapat dihitung dengan rumus :

$$F_a = A \times P \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

F_a = Gaya efektif piston maju (N)

A = luas permukaan silinder pneumatik ($\pi/4$ (luas permukaan))²

P = Tekanan Kerja untuk pneumatik (N/m²)

- Gaya efektif piston mundur

gaya efektif piston saat mundur dapat dihitung dengan rumus :

$$F_b = A \times P \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

F_b = Gaya efektif piston mundur (N)

$A = (\pi/4) \times (d_s^2 - d_p^2)$

P = Tekanan Kerja untuk pneumatik (N/m²)

2.6.4 Konsumsi udara tiap langkah piston

Konsumsi udara tiap langkah piston mempunyai dua arah, dan dapat dihitung sebagai berikut :

- Konsumsi udara saat piston maju

Konsumsi udara kompresi pada waktu silinder bergerak maju dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_1 = p \times (\pi / 4) \times D^2 \times h \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

V = Kecepatan piston (mm/dtk atau mm/menit)

P = Tekanan kerja

D = Diameter silinder (mm atau cm)

$\pi = 3,14$

- Konsumsi udara saat piston mundur

Konsumsi udara saat piston bergerak mundur dapat dihitung menggunakan rumus :

$$v_2 = p \times (\frac{\pi}{4}) \times (D^2 - d^2) \times h \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

V = Kecepatan piston (mm/dtk atau mm/menit)

P = Tekanan kerja

D = Diameter silinder (mm atay cm)

d = Ukuran standar diameter batang piston dari perusahaan