

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Personal hygiene merupakan konsep dasar dari kebersihan, penampilan, dan langkah awal untuk kesehatan yang lebih baik (Hassan, 2012). *Personal hygiene* mencakup kebiasaan yang berbeda yaitu, *bathing* (mandi), *hair washing* (mencuci rambut), *nail care* (perawatan kuku tangan dan kaki), *oral hygiene* (perawatan mulut dan gigi), *perineal care* (perawatan alat vital), *hand hygiene* (mencuci tangan), dan lainnya (Sorrentino dan Remmert, 2011). Praktik *personal hygiene* yang baik akan menjadi penghalang penting bagi bakteri, virus dan jamur masuk dalam tubuh. Namun, jika praktik *personal hygiene* tidak terpenuhi, maka risiko terkena penyakit menular, termasuk penyakit *fekal-oral* semakin meningkat (Hassan, 2012). Untuk mencapai manfaat dari *personal hygiene* tersebut, peningkatan kebersihan harus dilakukan bersamaan dengan perbaikan dalam penyediaan fasilitas berupa peralatan penunjang, air dan sanitasi, dan diintegrasikan dengan intervensi lain, seperti meningkatkan gizi dan meningkatkan pendapatan (WHO, 2007).

Kebutuhan dasar sehari-hari pada pasien *bed rest* didefinisikan sebagai serangkaian kegiatan yang diperlukan untuk perawatan diri yang normal seperti: kegiatan *personal hygiene*, berpakaian, makan, transfer atau mobilitas tidur, penggerak dan kontrol usus dan kandung kemih, pasien dikatakan memerlukan bantuan dalam pemenuhan kebutuhan dasar sehari-harinya apabila secara mental dan fisik mengalami gangguan seperti gangguan kognitif, cacat fungsional, masalah kesehatan fisik, atau keselamatan, sehingga berisiko terhadap keamanan untuk individu. Apabila kebutuhan dasar sehari-hari pasien tidak dipenuhi perawat, maka sebuah situasi negatif dapat terjadi (Bonsdorff, 2009).

Desain produk penunjang pemenuhan *personal hygiene* yaitu alat keramas dan mandi portable telah dirancang oleh Sentosa dan Wahjudi (2012). Konsep alat mandi ini dikemas dengan cara dilipat dan dapat di satukan dengan alat keramas. Dengan adanya alat ini, pasien tidak perlu berpindah tempat saat melakukan perawatan. Alat personal hygiene buatan mahasiswa Institut Teknologi Bandung ini terbuat dari dua bahan yaitu *fiberglass* dan *terpaulin*. Bahan *fiberglass* digunakan pada tangki air dan alat keramasnya, sedangkan bahan *terpaulin* di gunakan untuk alas mandi pasien. Untuk menggabungkan kedua alat tersebut dibutuhkan troli dengan ketinggian 76.2 cm. Penggunaan warna hijau pada alat ini melambangkan kesegaran, muda dan berkembang. Namun, adanya komponen alat yang masih harus dipasang satu persatu, memerlukan banyak waktu untuk perangkaiannya. Selain itu, alat ini juga tidak dilengkapi dengan pemanas air dan pengatur suhu. Bahkan sistem yang digunakan untuk mengalirkan air dari tangki menuju shower menggunakan cara sederhana yaitu air di tangki yang letaknya lebih tinggi akan mengalirkan air ke tempat yang lebih rendah.

Yolanda (2013) juga membuat alat keramas portable, tetapi tidak selengkap alat buatan (Sentosa dan Wahjudi, 2012). Alat keramas yang dibuat Yolanda sangat sederhana dengan bahan dasar *aluminium* untuk kerangkanya dan drum plastik bekas untuk tangki penampung air bersih dan air kotor. Sistem yang digunakan untuk mengalirkan air dari tangki menuju shower menggunakan pompa yang bisa diatur tekanan airnya. Namun kelemahan alat keramas tersebut pasien masih harus berpindah tempat untuk melakukan keramas dan tidak ada pemanas air untuk mengatur suhunya.

2.2. *Pneumatic*

2.2.1. Pengertian *Pneumatic*

Pneumatic merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Orang pertama yang dikenal dengan pasti telah menggunakan alat *pneumatic* adalah orang Yunani bernama *Ktesibio*. Dengan demikian istilah *pneumatic* berasal dari Yunani kuno yaitu *pneuma* yang artinya hembusan (tiupan). Bahkan dari ilmu filsafat atau secara *philosophi* istilah *pneuma* dapat diartikan sebagai nyawa. Dengan kata lain pneumatik berarti mempelajari tentang gerakan angin (udara) yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dan kecepatan.

Pneumatik merupakan cabang teoritis aliran atau mekanika fluida dan tidak hanya meliputi penelitian aliran-aliran udara melalui suatu sistem saluran, yang terdiri atas pipa-pipa, selang-selang, gawai (*device*) dan sebagainya, tetapi juga aksi dan penggunaan udara mampat. Udara yang dimampatkan adalah udara yang diambil dari udara lingkungan yang kemudian ditiupkan secara paksa ke dalam tempat yang ukurannya relatif kecil.

Pneumatic dalam pelaksanaan teknik udara mampat dalam industri (khususnya dalam teknik mesin) merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses mekanis dimana udara memindahkan suatu gaya atau suatu gerakan. Dalam pengertian yang lebih sempit pneumatik dapat diartikan sebagai teknik udara mampat (*compressed air technology*).

Sedangkan dalam pengertian teknik pneumatik meliputi:

alat-alat penggerakan, pengukuran, pengaturan, pengendalian, penghubungan dan perentangan yang meminjam gaya dan penggerakannya dari udara mampat. Dalam penggunaan sistem pneumatik semuanya menggunakan udara sebagai fluida kerja dalam arti udara mampat sebagai pendukung, pengangkut, dan pemberi tenaga.

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 mampat. 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 mampat.

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 mampat 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 mampat (udara bertekanan).

2.2.2 Komponen pneumatik



Gambar 2.1. Komponen-Komponen Pneumatik
(Sumber : <http://www.pneumaticparts.com> , 2010)

Dalam menggunakan aplikasi sistem pneumatik sangat penting untuk kita memilih komponen-komponen yang tepat, komponen-komponen pneumatik dibagi atas beberapa bagian yaitu (Krist, T , 1993)

- a. Sumber energi (*Energy supply*) seperti compressor, tangki udara (*Reservoir*), unit penyiapan udara, unit penyalur udara dan lain-lain.
- b. *Actuator*, seperti silinder kerja tunggal, silinder kerja ganda dan lain-lain.
- c. Elemen kontrol, seperti katup jenis $5/2$, $3/2$, *Flow Regulator*, dan lain-lain.
- d. Elemen masukan, seperti *sensor*, tombol pedal, *roller* dan sebagainya.

1. Sumber energi

Pada sistem pneumatik, sumber energi didapatkan dari udara, dalam penelitian ini nantinya didapatkan dari kompresor. Kompresor berfungsi untuk menampung udara yang ada sehingga udara tersebut nantinya dapat digunakan untuk sumber energi sistem pneumatik.

Prinsip kerja dari sumber energi pada sistem pneumatik adalah udara dimampatkan sehingga udara yang ada berkumpul dan mempunyai energi untuk menggerakkan sistem pneumatik tersebut.

Komponen-komponen yang digunakan untuk mendapatkan udara mampat antara lain, kompresor sebagai penghasil udara mampat, tangki udara sebagai penyimpan udara, unit persiapan udara untuk mempersiapkan udara mampat dan unit penyalur udara untuk menyalurkan udara mampat kepada komponen-komponen pneumatik.

2. Aktuator (*actuator*)

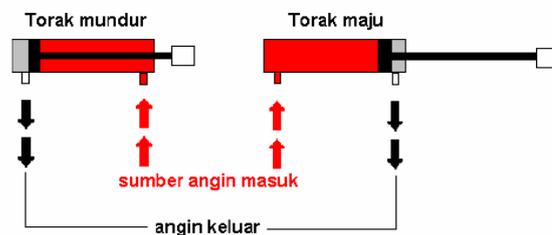
Merupakan salah satu *output* sistem, dalam hal ini adalah sistem pneumatik. Pada penelitian ini nantinya akan menggunakan beberapa komponen-komponen sistem pneumatik, seperti:

- a. Silinder kerja ganda (*Double Acting Cylinder*)

Pada silinder ini pergerakan maju dan mundurnya diatur dengan sumber angin yang dimampatkan pada bagian lubang atau belakangnya.

Bila sumber angin dimasukkan melalui lubang dibagian belakang silinder, maka torak akan bergerak maju dan angin akan keluar melalui lubang bagian depan silinder. Kondisi ini biasa dikatakan dengan posisi *extend*

Demikian sebaliknya, jika sumber angin dimasukkan melalui lubang depan, maka torak akan bergerak mundur dan angin akan keluar melalui lubang bagian belakang silinder. Kondisi ini biasa dikatakan kondisi *Retract*.



Gambar 2.2. Silinder Kerja Ganda

b. Katup pneumatik

Adalah sebagai komponen pengatur secara mekanik dari pergerakan silinder baik kondisi torak maju atau pun mundur.

3. Elemen kontrol

Merupakan komponen pneumatik yang digunakan untuk mengendalikan aliran udara yang masuk dan keluar, tekanan atau tingkat aliran (*flow rate*) dari udara mampat yang akan disalurkan kepada komponen-komponen pneumatik lain sebagai *input* atau pada *actuator*. Elemen control dapat dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu:

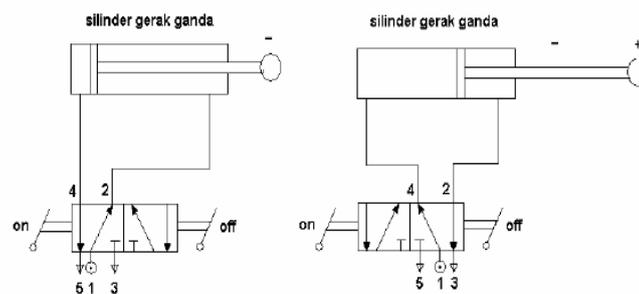
- a. Katup satu arah (*non-return valves*)
- b. Katup kontrol aliran (*flow control valves*)
- c. Katup kontrol tekanan (*pressure control valves*)

Katup satu arah (*non-return valves*) merupakan suatu komponen pneumatik yang berfungsi untuk melewatkan sinyal pneumatik dari satu sisi dan menghambat sinyal yang datang dari sisi yang lain.

Katup kontrol aliran (*flow control valves*) merupakan komponen pneumatik yang berfungsi untuk mengatur besarnya *volume* udara mampat yang ingin dialirkan baik satu arah maupun dua arah, sehingga kecepatan silinder dapat diatur sesuai kebutuhan. Dilihat dari arah aliran katup pengontrol aliran dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *throttle valve* (dua arah) dan *one-way flow control* (satu arah).

Katup kontrol tekanan merupakan komponen pneumatik yang berfungsi untuk memanipulasi tekanan udara mampat dan juga komponen ini dapat bekerja dengan udara mampat yang telah dimanipulasi.

Katup 5/2 merupakan katup yang memiliki 5 lubang dan 2 pergerakan secara mekanik yaitu gerakan mekanik yang menentukan silinder dalam kondisi maju atau silinder dalam kondisi mundur.



Gambar 2.3 Ilustrasi Cara Kerja Katup $5/2$

Rincian kondisi gambar pertama pada gambar diatas yaitu lubang 1 sebagai sumber angin masuk dari kompresor menuju lubang 2 untuk kemudian dialirkan ke lubang silinder bagian depan yang akan menyebabkan silinder bergerak mundur yang mengakibatkan angin keluar melalui lubang silinder bagian belakang dan masuk ke lubang katup 4 kemudian dikeluarkan melalui lubang 5, dan lubang 3 dimampatkan.

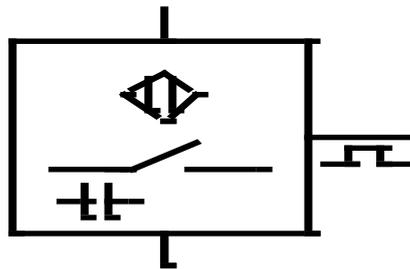
Rincian kondisi gambar kedua pada gambar diatas yaitu lubang 1 sebagai sumber angin masuk dari kompresor menuju lubang 4 untuk kemudian dialirkan ke lubang silinder bagian belakang yang menyebabkan silinder bergerak maju yang mengakibatkan angin keluar melalui lubang silinder bagian depan dan masuk ke lubang katup 2 kemudian dikeluarkan melalui lubang 3 dan lubang 5 dimampatkan.

4. Elemen masukan (*input element*)

Elemen masukan adalah komponen yang menghasilkan suatu besaran atau sinyal yang diberikan kepada sistem sebagai masukan untuk menjalankan sistem kepada langkah sistem berikutnya. Elemen pneumatik terdiri dari *switch* dan *sensor*. Seperti tombol, tuas, pedal, *roller*, dan sebagainya.

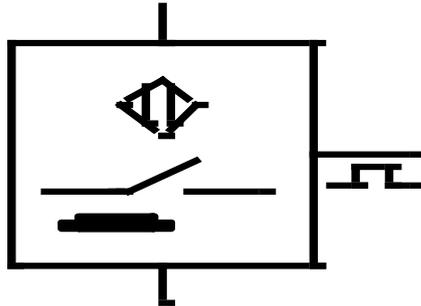
Sensor yang digunakan dalam pneumatik terdiri dari:

- a. *Sensor proximity* adalah *sensor* yang aktif tanpa kontak langsung dengan *actuator* yang terdiri dari:
 1. *Sensor* kapasitif mendeteksi ada atau tidaknya suatu benda. Simbolnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



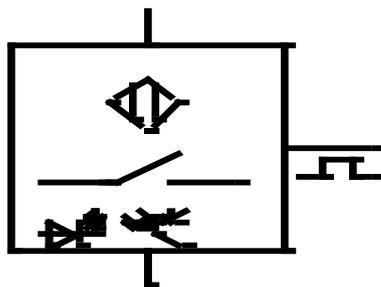
Gambar 2.4 *Sensor* Kapasitif.

2. *Sensor* induktif mendeteksi benda yang terbuat dari logam. Simbolnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 *Sensor Induktif*

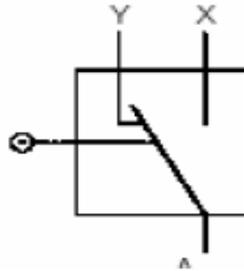
3. *Sensor optic* untuk mendeteksi warna suatu benda berdasarkan pantulan yang dihasilkan. Untuk benda yang berwarna hitam maka pantulan yang dihasilkan hampir tidak ada, sedangkan benda lain dilihat berdasarkan terang gelapnya. Simbolnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.6 *Sensor Optic*

4. *Sensor magnetik* untuk mendeteksi benda yang memiliki unsur magnetik.
- b. *Sensor non-proximity* adalah *sensor* yang berhubungan langsung dengan *actuator*. Salah satu contoh *sensor non proximity* yaitu *roller switch*. *Sensor* ini mendeteksi penekanan pada *roller* tersebut (sama

seperti saklar biasa). Simbolnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.7 *Roller Switch*

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.

1. 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
2. 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*)

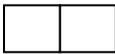
3. Susunan sistem pneumatik adalah sebagai berikut :

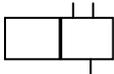
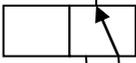
- a. Catu daya (*energi supply*)
- b. Elemen masukan (*sensors*)
- c. Elemen pengolah (*processors*)
- d. Elemen kerja (*actuators*)

2.2.3. Simbol-Simbol *Pneumatic*

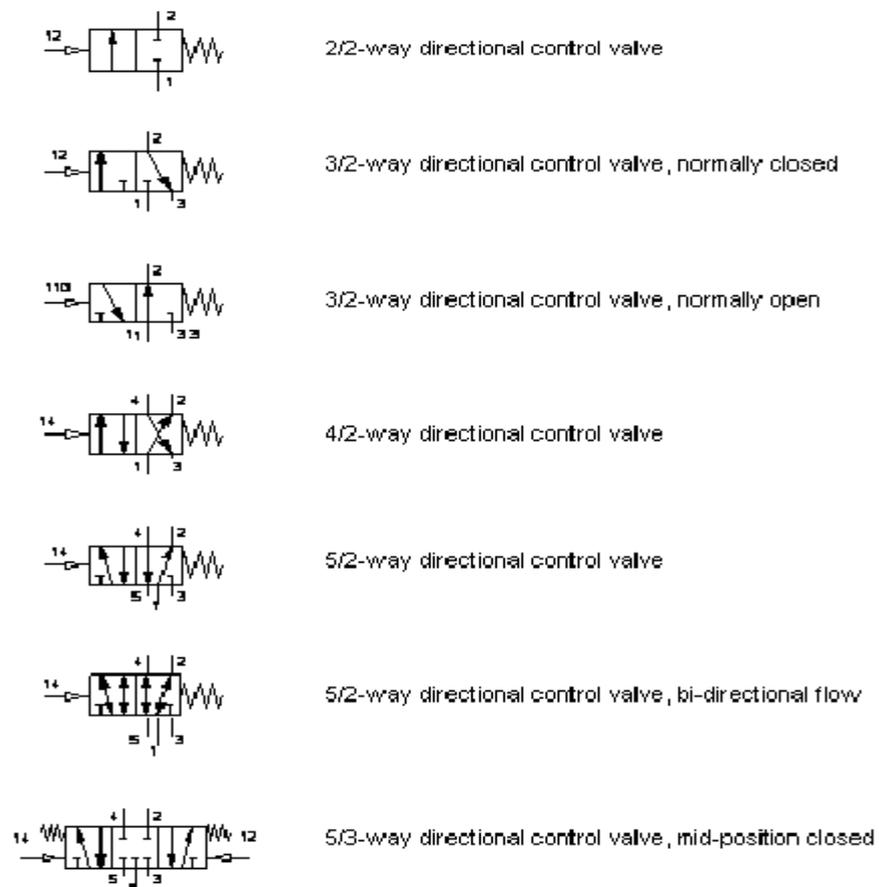
Katup kontrol arah (KKA) adalah alat atau instrumentasi *pneumatic* yang berfungsi sebagai *switch* atau saklar aliran udara. saklar yang diaplikasikan memiliki banyak sistem, diantaranya memakai *coil selenoid*, penggerak tangan atau mekanik lain. KKA(katup kontrol arah) juga difungsikan sebagai serangkaian fungsi logika atau timer pneumatik atau Penggambaran simbol KKA pada sistem peumatik. Cara membaca simbol katup penghubung pneumatik sebagai berikut :

Tabel 2.1. Simbol Katup Kontrol Arah Penghubung. (Sumber : krist T , 1993)

Lambang gambar	Penjelasan
	Kotak menunjukkan posisi saklar katup
	Jumlah Kotak menunjukkan jumlah posisi saklar. Contoh : jumlah kotak 2 jadi kemungkinan saklar pada posisi on dan off
	Jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi saklar. Contoh : jumlah kotak 3 jadi kemungkinan saklar pada posisi 1 0 2 Dimana pada kedudukan ditengah merupakan kedudukan diam (DIN)
	Garis arah menunjukkan arah aliran

	Garis blok menunjukkan garis tertutup
	Garis diluar kotak menunjukkan saluran masuk dan saluran keluar pada posisi gambar awal.
	Garis diluar menunjukkan keluar masuk aliran sedangkan panah menunjukkan arah jalan dan arah aliran.
	Tiga Garis didalam menunjukkan pintu aliran tertutup.

a. Symbol katup control arah sebagai berikut :



Gambar 2.8 Simbol Katup Kontrol Arah.

b. 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 2.2. Sistem Penomoran pada Lubang (Sumber : Krist T , 1993)

Lubang sambungan	DIN ISO 5699	System huruf
Lubang tekanan (masukan)	1	P
Lubang keluaran	2.4	B.A
Lubang pembuangan (katup 3/2)	3	R
Lubang pembuangan (katup 5/2)	5.3	R.S
Saluran pengaktifan :		
Membuka aliran 1 ke 2 (katup 3/2)	12	Z
Membuka aliran 1 ke 2 (katup 5/2)	12	Y
Membuka aliran 1 ke 4 (katup 5/2)	14	Z

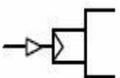
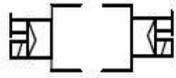
c. Metode Pengaktifan.

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

Tabel 2.3. Simbol Pengaktifan KKA Mekanik (Sumber: [Krist T., 1993](#))

Jenis Pengaktifan	Keterangan
Mekanik :	
	Operasi tombol
	Tombol
	Operasi tuas
	Pedal kaki
	Pegas kembali
	Operasi rol
	Operasi rol, satu arah

Table 2.4. Simbol Pengaktifan KKA Pneumatic, Listrik dan Kombinasi
(sumber : Krist T , 1993)

<u>Pneumatis</u>	
	Pengaktifan langsung pneumatik
	Pengaktifan tidak langsung pneumatik (pilot / pemandu)
<u>Listrik</u>	
	Operasi dengan solenoid tunggal
	Operasi dengan solenoid ganda
<u>Kombinasi</u>	
	Solenoid ganda dan operasi pilot (pemandu) dengan tambahan manual

d. *Actuator cylinder*

Actuator cylinder adalah katup yang digunakan untuk menggerakkan beban berat 2 tipe yaitu *single action* dan *double action*. Dimana *single action* pergerakan batang actuarnya setengah dilakukan oleh pegas, sedangkan *double action* dua pergerakan keluar dan kedalam sama-sama dilakukan oleh pneumatic.

Berikut ini adalah simbol dan gambar *actuator*.



Gambar 2.9. Actuator Kerja Ganda (sumber : www.directindustry.com , 2009)

Berikut ini tabel jenis *cylinder* lengkap.

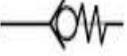
Table 2.5. Simbol-simbol Silinder Udara Mampat(Sumber : krist T , 1993)

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

e. *Check Valve*

Merupakan *valve* dengan mekanisme nonreturn, sistem pegas dan katupnya hanya memperbolehkan aliran udara lewat dengan satu arah saja. *Check valve* ini banyak digunakan pada rangkaian pengaman *pneumatic*. *Symbol* dari *chek valve* adalah sebagai berikut :

Tabel 2.6. Simbol dari *Chek Valve* (Sumber : [Krist T , 1993](#))

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

Contoh *chek valve* adalah sebagai berikut:

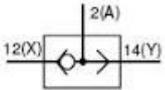
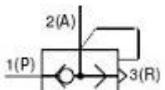
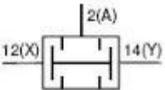


Gambar 2.10 *Chek Valve* (sumber : www.pneumaticsvalve.org , 2010)

Valve aplikasi khusus yaitu *valve OR*, *valve AND*, *valve quick exhaust*, *flow control valve*, *regulator control valve*

1. *valve OR* memiliki fungsi kerja *OR* dimana bila salah satu inputnya aktif maka *output* akan aktif
2. *valve AND* memiliki fungsi kerja *AND* dimana mengharuskan semua inputnya aktif untuk mengaktifkan output
3. *valve quick exhaust* untuk melakukan pembuangan udara yang cepat bila input tanpa udara
4. *flow control valve* digunakan untuk mengatur aliran udara yang masuk ke dalam jalur pneumatik.
5. *regulator control valve*, berfungsi sama dengan *flow control valve* tetapi memiliki tambahan mekanisme *non return valve*

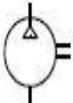
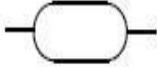
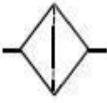
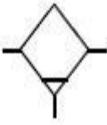
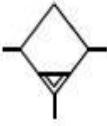
Tabel 2.7. Simbol dan Fungsi Valve (sumber : krist T , 1993)

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.	

f. Sistem sumber udara *pneumatic* merupakan perangkat yang menghasilkan udara pneumatik beserta perangkat yang ada pada jalur udara *pneumatic*.

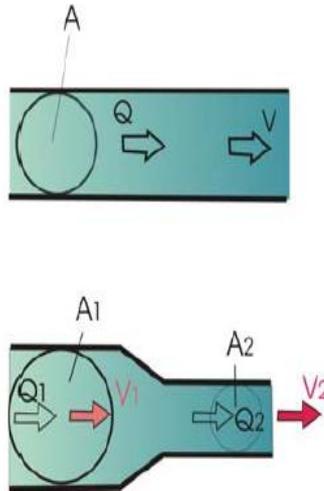
1. Penyedia udara atau kompresor adalah mesin yang menghasilkan udara pneumatik dengan tekanan kerja yang dipakai dalam sistem pneumatik (2,5 ~ 7 bar)
2. Tangki atau pengumpul udara atau *header* berupa sistem pengumpul udara pneumatik (*storage*) sementara sebelum distribusi
3. Filter digunakan untuk menyaring udara pneumatik dari kotoran. Penyaring filter ini disesuaikan dengan kebutuhan udara pneumatik
4. *Driyer* atau pengering digunakan untuk mengeringkan udara pneumatik dari uap air
5. Pemisah air, sistem pemisah air ini biasanya dibuat dalam suatu sistem yang lengkap dengan pressure regulator. Digunakan untuk memisahkan kadar air dalam udara pneumatik
6. Sistem pelumas, digunakan untuk aplikasi kusus terhadap instrumentasi *pneumatic*
7. Meter pneumatik /manometer berupa indikator tekanan pada suatu jalur atau tangki pneumatik
8. Sumber tekanan berupa terminal dari suatu header atau jalur lain

Tabel 2.8. Simbol *System Utama Udara Pneumatic* (sumber : [krist T , 1993](#))

Nama Komponen	Keterangan	Simbol
Kompresor	Kapasitas tetap	
Tangki udara	Alat untuk menyimpan udara bertekanan (tandon udara bertekanan)	
Filter	Alat untuk menyaring kotoran-kotoran yang terbawa oleh udara	
Pemisah air	Kerja Manual	
	Pembuangan otomatis	

2.2.4. Perhitungan Pneumatik.

a. Analisa aliran fluida.



Gambar 2.11. Analisa Aliran Fluida (Sumber : Hidayat T,2014)

Aliran fluida yang melewati saluran yang memiliki perbedaan luas penampang contoh pada gambar 2.19 simbol A1 dan A2 debit udara akan tetap , namun kecepatannya akan berubah sebanding dengan perubahan luas penampangannya sehingga ditentukan oleh rumus dibawah ini :

$$Q_1 = Q_2 , \text{ sehingga } \frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

Atau untuk menentukan debit aliran fluida ditentukan dengan rumus :

$$Q(\text{m}^3/\text{dtk}) = A (\text{m}^2) \cdot V (\text{m}/\text{dtk})$$

Dimana :

Q : debit aliran (m³/dtk).

A : Luas permukaan (m²)

V : kecepatan (m/dtk)

b. Analisa kecepatan torak.

Kecepatan torak dapat diatur dengan katup pengontrol aliran dan dapat ditingkatkan dengan katup pembuang cepat yang dipasang pada sistem kontrol tersebut atau dengan perhitungan cara perhitungan dibawah ini:

$$V_{\text{maju}} = Q/A \quad ; \quad V_{\text{mundur}} = Q/A_n$$

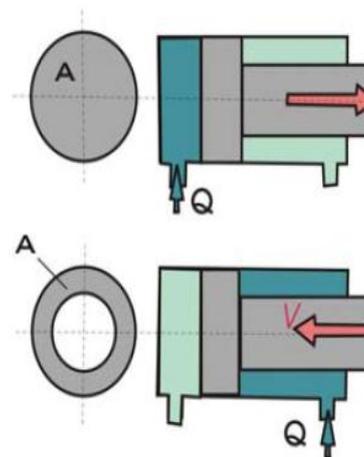
Dimana :

V : kecepatan torak (m/s)

Q : debit aliran udara (litr/mnt)

A : A-Ak (m²)

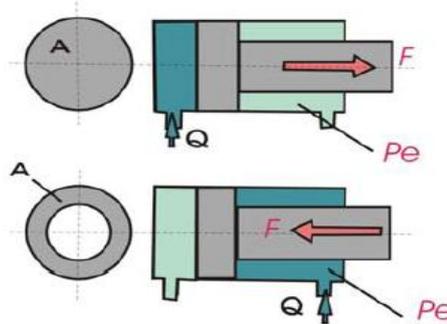
Kecepatan rata-rata torak tergantung dari gaya luar yang melawan torak (beban) yang terdiri dari gerakan maju dan gerakan mundur serta ukuran lubang aliran yang dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.12. Analisa Kecepatan torak.
(Sumber : Hidayat T,2014)

c. Gaya piston

Gaya (F) efektif piston mempunyai dua arah yaitu maju dan mundur seperti pada gambar dibawah ini.



2.13. Analisis Gaya Piston (Sumber : Hidayat T,2014)

1. Gaya efektif piston saat maju dapat dihitung dengan rumus :

$$F_a = A \times P_e \quad (\text{Didactis } F, \text{ Pneumatics, TP 101})$$

Dimana :

A : Luas permukaan silinder pneumatic (m²)

Pe : Tekanan kerja untuk pneumatic (N/m²)

2. Gaya efektif piston saat Mundur dapat dihitung dengan rumus :

$$F_a = A \times P_e \quad (\text{Didactis } F, \text{ Pneumatics, TP 101})$$

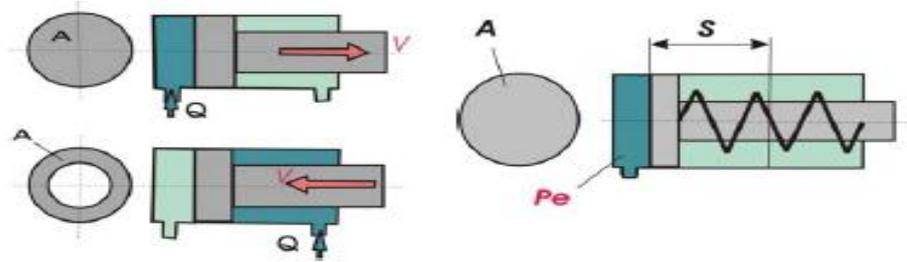
Dimana :

A : Luas permukaan silinder pneumatic (m²)

Pe : Tekanan kerja untuk pneumatic (N/m²)

d. Udara yang diperlukan.

Untuk menentukan berapa debit udara yang diperlukan untuk menggerakkan silinder piston gerak maju dan mundur dapat dilihat pada gambar dan perhitungan dibawah ini :



Gambar 2.14. Analisis Debit Udara yang Dibutuhkan.
(Sumber : Hidayat T,2014)

$$Q_{maju} = \frac{A \cdot S \cdot n \cdot (P_e + P_{atm})}{P_{atm}} = \dots \text{ltr/mnt}$$

$$Q_{mundur} = \frac{A \cdot S \cdot n \cdot (P_e + P_{atm})}{P_{atm}} = \dots \text{ltr/mnt}$$

Dimana :

S : Langkah torak (m)

Pe : Tekanan (N/m²)

A : Luas Penampang (m²)

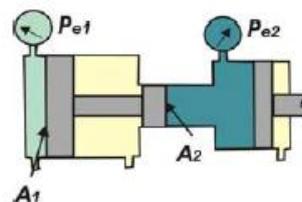
An : A – Ak (m²)

Ak : Luas batang piston (m²)

n : Banyaknya langkah (menit)

e. Perubahan tekanan.

Pada penampang yang berbeda terjadi perubahan tekanan yang dapat dilihat pada gambar 2.2 atau dihitung dengan rumus dibawah :



Gambar 2.15. Perubahan Tekanan pada Penampang yang Berbeda.
(Sumber : Hidayat T,2014)

$$P_{e2} = P_{e1} \cdot \frac{A_1}{A_2} \quad .\eta$$

Dimana :

P_{e1} : Tekanan awal (N/m^2)

P_{e2} : Tekanan akhir (N/m^2)

A_1 : Luas penampang 1

A_2 : Luas penampang 2

- f. Perencanaan silinder pneumatik.

Untuk menghitung berapa besar diameter silinder pneumatik yang digunakan dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$d^2 = \frac{F+R}{p \times 7.86} = \dots\dots\dots (FESTO : 5)$$

dimana :

F : gaya (N)

R : Gesekan (N)

p : Tekanan kerja untuk pneumatik (N/m^2)

2.3. *Water Heater*

Water Heater Tenaga Listrik adalah sebuah alat pemanas air otomatis yang memakai sumber listrik bertegangan 220 V yang memanfaatkan elemen pemanas sebagai pemanas air dan *thermostat* sebagai sensor panas atau suhu dimana besar suhu dapat diatur oleh pemakai sesuai keinginan.

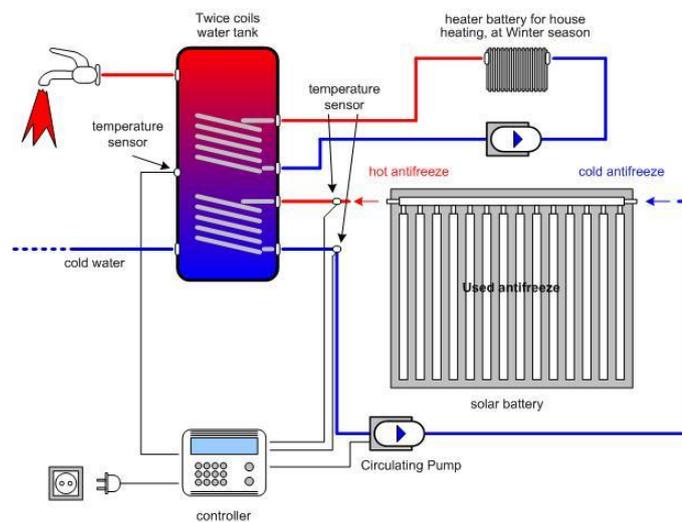
Water hater adalah suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan energi kalor yang digunakan untuk memanaskan air dalam tabung pemanas. Kalor disini dihasilkan oleh elemen pemanas 1000W yang kemudian digunakan untuk memanaskan tabung stainless pemanas untuk mengkonveksi panas ke air. Menggunakan (ELCB) *earth leakage circuit breaker* atau istilah lain saklar pengaman arus sisa untuk mengamankan jika terjadi arus bocor dan *thermostat* untuk mengatur suhu yang diinginkan pada air.

a. Keunggulan

1. Apabila terdapat kebocoran arus, semua rangkaian akan nonaktif karena dilengkapi dengan (ELCB) *earth leakage circuit breaker* dan lampu indikator *trouble* sebagai tanda, sehingga keamanan pengguna terjamin dengan rating arus bocor 30 mA.
2. Terdapat pengatur suhu dimana pengguna dapat mengatur tingkat panas air (suhu) sesuai kebutuhan pengguna ($30^{\circ} \pm 110^{\circ}$ Celcius)
3. Air tidak cepat dingin karena didalam tabung suhu panasnya terjaga.
4. Tidak akan terjadi *Over Heating* pada air.
5. Output air dapat diatur sesuai keinginan para pengguna antara air panas dan air dingin (percampuran air).

b. Kekurangan

1. Tergantung dari sumber listrik
2. Daya listrik yang digunakan *relative* besar
3. Harganya *relative* mahal



Gambar 2.16 Skema Rangkaian *Water Heater*
(<https://www.academia.edu>,2010)

2.4. Pengolahan Limbah

Media filter karbon aktif (*Activated Carbon*), Media filter karbon aktif salah satu media yang digunakan untuk menjernihkan air dan menghilangkan bau. Karbon aktif atau sering juga disebut sebagai arang aktif, adalah suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar. Hal ini bisa dicapai dengan mengaktifkan karbon atau arang tersebut. Hanya dengan satu gram dari karbon aktif, akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan kira-kira sebesar 500 m² (didapat dari pengukuran *adsorpsi gas nitrogen*). Biasanya pengaktifan hanya bertujuan untuk memperbesar luas permukaannya saja, namun beberapa usaha juga berkaitan dengan meningkatkan kemampuan adsorpsi karbon aktif itu sendiri.

Karbon aktif adalah karbon padat yang memiliki luas permukaan yang cukup tinggi berkisar antara 100 sampai dengan 2000 m²/g. Bahkan ada peneliti yang mengklaim luas permukaan karbon aktif yang dikembangkan memiliki luas permukaan melebihi 3000 m²/g. Bisa dibayangkan dalam setiap gram zat ini mengandung luas permukaan puluhan kali luasan lapangan sepak bola. Hal ini dikarenakan zat ini memiliki pori – pori yang sangat kompleks yang berkisar dari ukuran mikro dibawah 20 Å (Angstrom), ukuran *meso* antara 20 sampai 50 Å dan ukuran makro yang melebihi 500 Å (pembagian ukuran pori berdasarkan IUPAC). Sehingga luas permukaan disini lebih dimaksudkan luas permukaan internal yang diakibatkan dari adanya pori – pori yang berukuran sangat kecil.

Karena memiliki luas permukaan yang sangat besar, maka media filter karbon aktif sangat cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan luas kontak yang besar seperti pada bidang *adsorpsi* (penjerapan), dan pada bidang reaksi dan katalisis. Contoh yang mudah dari karbon aktif adalah yang banyak dikenal dengan sebutan norit yang

digunakan untuk mengatasi gangguan pencernaan. Prinsip kerja norit adalah ketika masuk kedalam perut dia akan mampu menjerap bahan –

bahan racun dan berbahaya yang menyebabkan gangguan pencernaan. Kemudian menyimpannya didalam permukaan porinya sehingga nantinya keluar nantinya bersama tinja. Secara umum karbon aktif ini dibuat dari bahan dasar batu bara dan biomasa. Intinya bahan dasar pembuat karbon aktif haruslah mengandung unsur karbon yang besar.



Gambar 2.17 Skema Pengolahan Air Limbah
(sumber : <http://platika-vet.blogspot.com> , 2011)

2.5. Rangka

Beban adalah beratnya benda atau barang yang didukung oleh suatu konstruksi atau bagan beban dan dapat dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

a. Beban statis.

Beban statis berat suatu benda yang tidak bergerak dan tidak berubah beratnya. Beratnya konstruksi yang mendukung itu termasuk beban mati dan disebut berat sendiri dari pada berat konstruksi.

b. Beban dinamis.

Beban dinamis adalah beban yang berubah tempatnya atau berubah beratnya. Sebagai contoh beban hidup yaitu kendaraan atau orang yang berjalan diatas sebuah jembatan, tekanan atap rumah atau bangunan.

Pada beban dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu:

a. Beban terpusat atau beban titik.

Beban yang bertitik pusat di sebuah titik, misal: orang berdiri diatas pilar pada atap rumah.

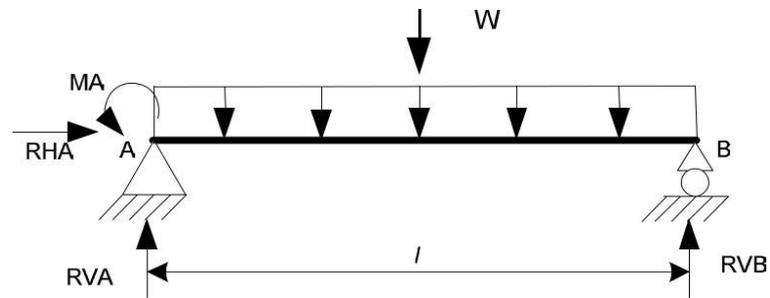
b. Beban terbagi.

Pada beban ini masih dikatakan sebagai beban terbagi rata dan beban segitiga. Beban terbagi adalah beban yang terbagi pada bidang yang cukup luas.

Dalam perhitungan kekuatan rangka akan diperhitungkan gaya-gaya luar dan gaya-gaya dalam untuk mengetahui reaksi yang terjadi, sebagai berikut:

1. Gaya-gaya luar.

Gaya-gaya luar adalah muatan dan reaksi yang menciptakan kestabilan konstruksi. Pada suatu kantilever (batang) apabila ada muatan yang diterapkan maka akan terdapat gaya reaksi yang timbul pada tumpuan. Pada kasus statik tertentu persamaan dari kesetimbangan,



$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 &\rightarrow RHA = 0 \\ \sum F_y = 0 &\rightarrow RVA + RVB = W \\ \sum MA = 0 \\ \left(Wx \frac{1}{2} xl \right) - (RVBxl) &= 0 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.7} \end{aligned}$$

dengan;

W = beban

l = panjang

M = momen

Gambar 2.18 Reaksi Gaya pada Rangka
(Sumber: Popov, 1999)

2. Gaya-gaya dalam

Gaya-gaya dalam adalah gaya yang merambat dari beban yang tertumpu pada konstruksi yang menimbulkan reaksi gaya. Hal ini apabila ada muatan maka ada reaksi yang terjadi, yaitu:

- a. Gaya normal(N), merupakan gaya yang melawan muatan dan bekerja sepanjang sumbu batang.
- b. Gaya lintang(L), merupakan gaya yang melawan muatan dan bekerja tegak lurus terhadap sumbu batang.

- c. Momen lentur(M), merupakan gaya perlawanan dari muatan sebagai penahan lenturan yang terjadi pada balok atau penahan terhadap lengkungan.

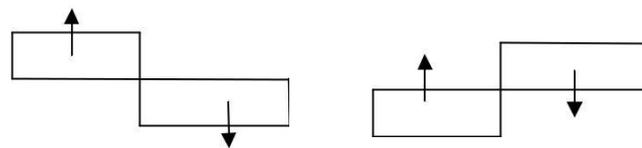
Tanda-tanda yang digunakan pada gaya-gaya dalam, sebagai berikut:

- a. Gaya N positif (+) = gaya tarik, dan gaya N negative (-) desak.



Gambar 2.19 Tanda untuk Gaya Normal
(Sumber: Sidarta, 1984)

- b. Gaya L positif (+) = patah dan searah dengan jarum jam dan gaya L negative (-) = patah dan berlawanan arah dengan jarum jam.



Gambar 2.20 Tanda untuk Gaya lintang
(Sumber: Sidarta, 1984)

- c. Momen lentur (M) positif (+) = Sumbu batang melengkung, ke atas dan Momen lentur (M) negative (-) = Sumbu batang melengkung ke bawah.



Melengkung keatas

melengkung kebawah

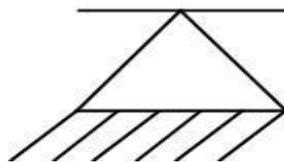
Gambar 2.21 Simbol untuk Momen Lentur
(Sumber: Sidarta, 1984)

3. Tumpuan.

Suatu konstruksi di rencanakan untuk suatu keperluan tertentu. Tugas utama suatu konstruksi adalah mengumpulkan gaya akibat beban yang bekerja padanya dan meneruskannya ke bumi. Agar dapat melaksanakan tugasnya maka konstruksi harus berdiri dengan kokoh. Suatu konstruksi akan stabil apabila diletakkan di atas pondasi atau tumpuan yang dirancang secara baik. Beberapa jenis tumpuan, yaitu:

a. Tumpuan sendi.

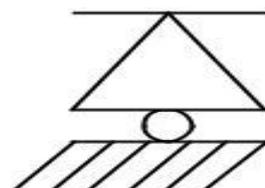
Sebuah batang dengan sendi di ujung batang. Tumpuan dapat meneruskan gaya tarik dan desak tetapi arahnya selalu menurut sumbu batang dan dari batang tumpuan hanya memiliki satu gaya.



Gambar 2.22. Tumpuan Sendi
(Sumber: Sidarta, 1984)

b. Tumpuan rol atau geser.

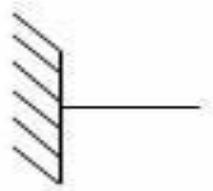
Tumpuan rol meneruskan gaya desak tegak lurus bidang peletakannya.



Gambar 2.23 Tumpuan Rol
(Sumber: Sidarta, 1984)

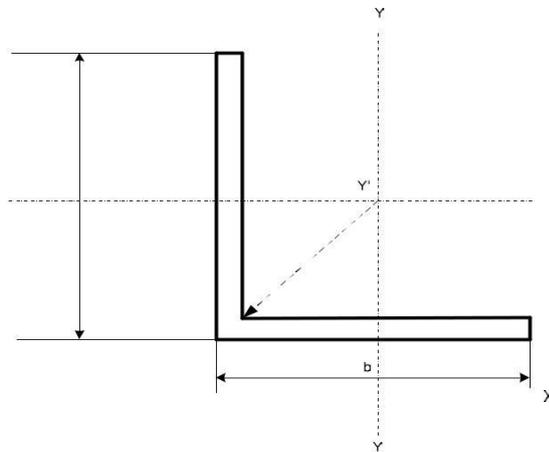
c. Tumpuan jepit.

Tumpuan yang dapat meneruskan segala gaya dan momen. Jadi dapat mendukung gaya *horizontal*, gaya vertikal, dan momen yang berarti mempunyai tiga gaya.



Gambar 2.24 Tumpuan Jepit
(Sumber: Sidarta, 1984)

4. Profil L



Gambar 2.25. Baja Profil L
(Sumber: Khurmi R.S., 1982)

Profil L adalah batang yang digunakan pada konstruksi, ada beberapa jenis profil yang digunakan pada pembuatan konstruksi mesin meliputi, profil L, profil I, profil U.

Keterangan:

- a = panjang (mm)
- b = lebar (mm)
- Y = titik berat batang (mm)

5. Momen inersia balok besar dan kecil.

Momen inersia adalah momen yang terjadi pada batang yang ditumpu. Pada setiap batang dapat dihitung momen inersia yang terjadi, dengan menggunakan persamaan 2.8 di bawah ini.

$$I_1 = I_0 + A_1 \times d_1^2 \dots \dots \dots \text{persamaan 2.8}$$

dengan;

$$\begin{aligned} I_1 &= \text{momen inersia balok (mm)} \\ A &= \text{luas batang (mm)} \\ d &= \text{diameter batang (mm)} \end{aligned}$$

6. Momen inersia batang.

Momen inersia batang adalah momen yang terjadi pada batang yang ditumpu. Pada setiap batang dihitung momen inersia yang terjadi, dengan menggunakan persamaan 2.9 dibawah ini.

$$I_x = I_1 - I_2 \dots \dots \dots \text{persamaan 2.9}$$

dengan,

$$\begin{aligned} I_x &= \text{Momen inersia batang (mm)} \\ I_1 &= \text{Momen inersia batang 1 (mm)} \\ I_2 &= \text{Momen inersia batang 2 (mm)} \end{aligned}$$

7. Besar tegangan geser yang diijinkan.

Tegangan geser yang diijinkan lebih besar pada batang yang diijinkan, jika tegangan geser yang diijinkan lebih besar dari pada momen tegangan geser pada kontruksi maka kontruksi aman atau kuat menahan beban yang diterima. Pada besar tegangan geser yang diijinkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.10 dibawah ini.

$$\tau = \frac{MxY}{I_x} \dots\dots\dots \text{persamaan 2.10}$$

dengan;

τ = tegangan geser yang terjadi (kgf/mm)
 M = momen yang terjadi (kgf/mm)
 I_x = momen inersia batang (mm)
 Y = titik berat batang (mm)

2.6. Kompresor.



Gambar 2.26. Kompresor
 (Sumber : Indoteknik.com , 2011)

Pemampat atau kompresor adalah alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan fluida mampu mampat, yaitu gas atau udara. tujuan meningkatkan tekanan dapat untuk mengalirkan atau kebutuhan proses dalam suatu sistem proses yang lebih besar (dapat sistem fisika maupun kimia contohnya pada pabrik-pabrik kimia untuk kebutuhan reaksi). Secara umum kompresor dibagi menjadi dua jenis yaitu dinamik dan perpindahan positif.

- a. Kompresor dinamik
 1. Kompresor *Sentrifugal*
 2. Kompresor *Axial*
- b. Kompresor perpindahan positif (*positive displacement*):
 1. Kompresor Piston (*Reciprocating Compressor*)
 - a. Kompresor Piston Aksi Tunggal

- b. Kompresor Piston Aksi Ganda
- c. Kompresor Piston Diagfragma
- 2. Kompresor Putar
 - a. Kompresor Ulir Putar (*Rotary Screw Compressor*)
 - b. *Lobe*
 - c. *Vane*
 - d. *Liquid Ring*
 - e. *Scroll*
- c. Menghitung daya kompresor.

- 1. Debit kompresor.

Debit kompresor adalah jumlah udara yang harus dialirkan kedalam silinder pneumatik.

Debit dapat dihitung dengan cara :

$$Q_s = (\pi/4) (d_s)^2 (v) \quad (\text{Hartono, 1998})$$

Dimana:

Q_s = Debit kompresor (l/min)

d_s = diameter silinder

v = kecepatan piston direncanakan.

- 2. Daya Kompresor

Daya kompresor dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$N_s = (Q_s) (\eta_{tot}) \quad (\text{Hartono, 1998})$$

Dimana:

N_s = Daya kompresor (l/min)

Q_s = Debit kompresor (l/dtk)

η_{tot} = Effisiensi total = 0,8

- d. Menentukan Motor Penggerak

Besarnya daya motor penggerak yang digunakan untuk menggerakkan kompresor adalah menyesuaikan kebutuhan daya

kompresor tersebut, maka daya penggerak dari kompresor ditentukan oleh rumas dibawah ini :

$$N_m = N_k / \eta \quad (Krist T, 1981)$$

dimana :

N_m : daya motor(kw)

N_k : daya kompresor (kw)

η : 0.95

