

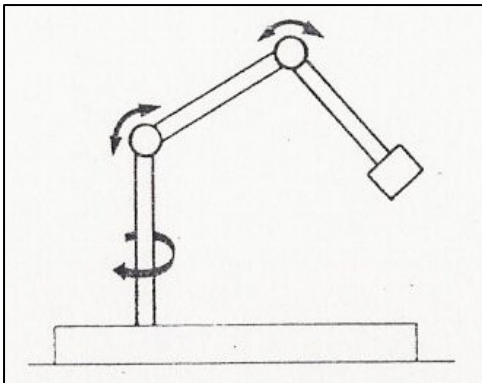
MEKANIKA ROBOTIKA

1. Pendahuluan Mekanika
 2. Mekanisme Aktuator
 3. Komponens Sistem Penggerak : Roda gigi (Gir) & sabuk / rantai
 4. End effector
-

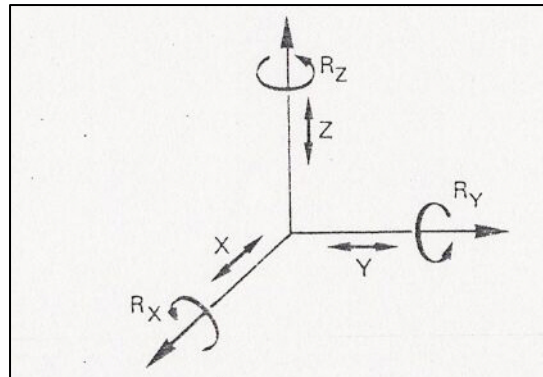
1. PENDAHULUAN MEKANIKA

Istilah Dasar :

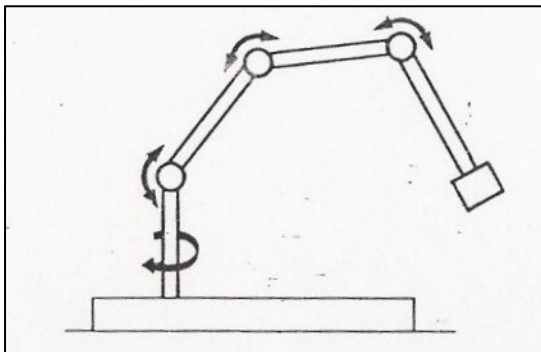
- Poros gerakan : adalah mekanisme yang memungkinkan robot untuk bergerak secara lurus atau berotasi
- Derajat kebebasan : adalah jumlah arah yang idenpenden dimana end-effector dari sebuah robot dapat bergerak.



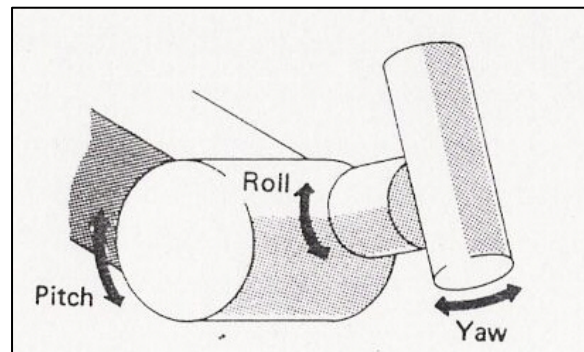
Robot dengan 3 poros gerakan & 3 derajat kebebasan



6 derajat kebebasan yang mungkin bagi sebuah obyek



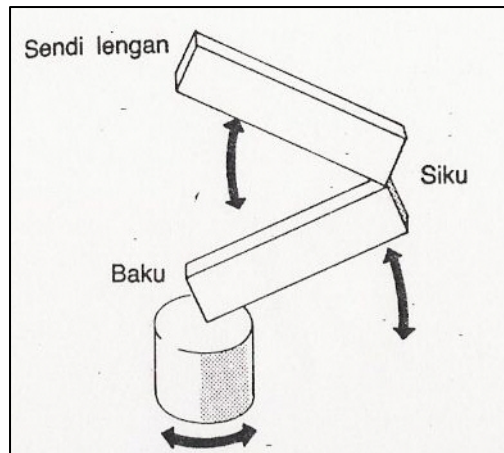
Robot dengan 4 poros gerakan & 3 derajat kebebasan



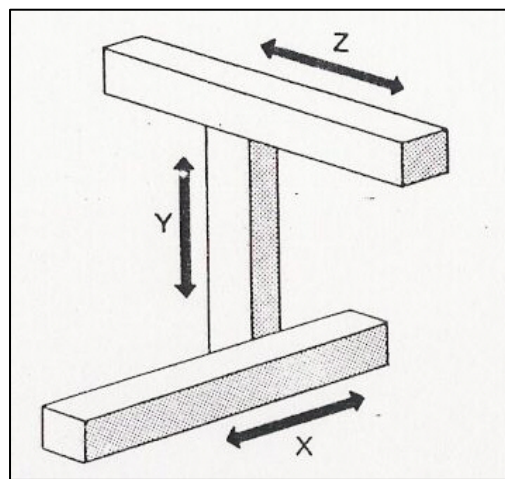
Pergelangan robot dengan 3 derajat kebebasan

Geometri robot :

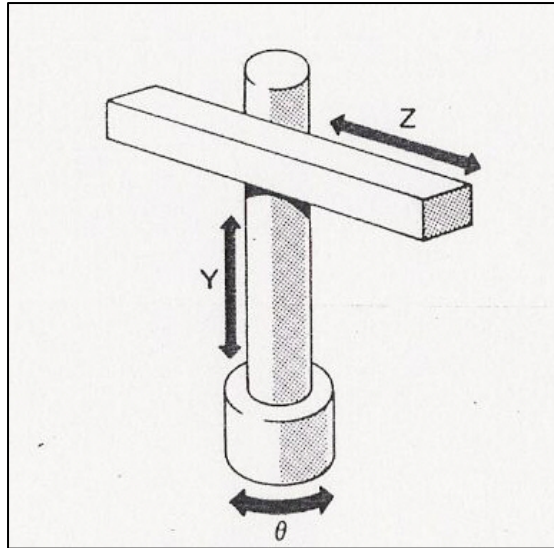
1. Anthropomorphic : memiliki kesamaan dengan manusia, misalnya lengan Anthropomorphic akan serupa dengan lengan manusia dalam hal bagaimana setiap bagian dihubungkan. Lengan ini memiliki manuver paling besar dan seringkali menjadi pilihan untuk pengecatan, namun jenis ini pergerakannya paling lambat dan akan mengalami kesulitan untuk menggerakkan ujung lengan dalam garis lurus.



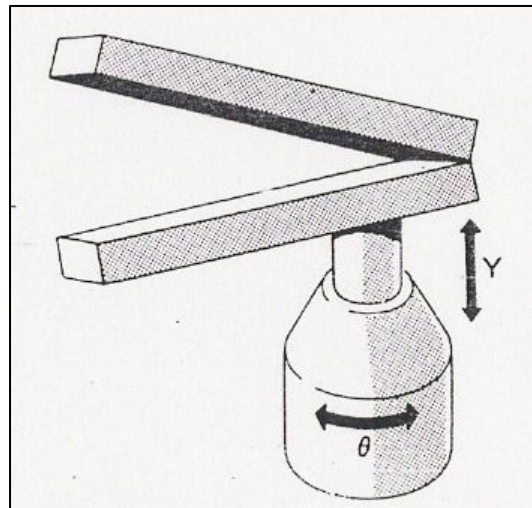
2. Cartesian : dapat bergerak 3 arah yang independen yaitu sumbu X, Y dan Z. Biasanya lengan ini akan bekerja pada kerangka overhead yang dibentuk oleh sumbu x membentuk suatu lingkup kerja persegi panjang. Geometri ini digunakan untuk pekerjaan yang memiliki cakupan area yang luas dimana gerakan-gerakan yang rumit tidak terlalu dipentingkan.



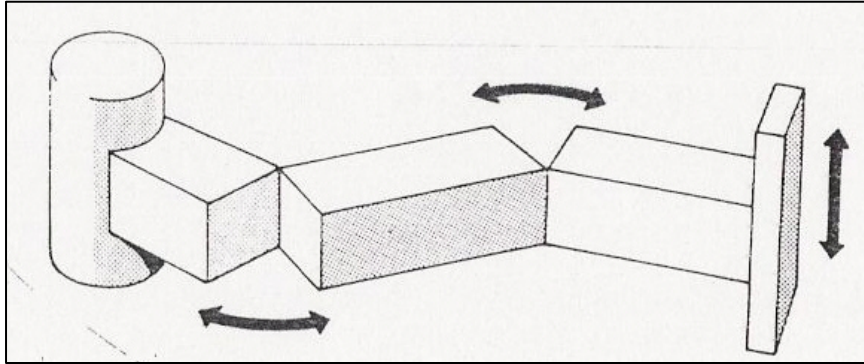
3. Silindris : Serupa dengan cartesian, kecuali bahwa ia tidak memiliki gerakan sepanjang sumbu X, sebagai gantinya, lengan dapat bergerak rotasi. Terdapat 3 poros gerakan yaitu Y, Z dan θ . Dimana θ adalah sudut rotasi.



4. Kutup : Hampir sama dengan silindris, lengan dengan geometri kutup memiliki sumbu Y dan θ , perbedaannya terletak pada adanya poros yang memungkinkan lengan tersebut berotasi / berputar pada bidang vertikal, sebagai ganti gerakan ke atas atau ke bawah sepanjang sumbu Z. Lingkup kerjanya seperti bagian permukaan dari sebuah bola (spherical).

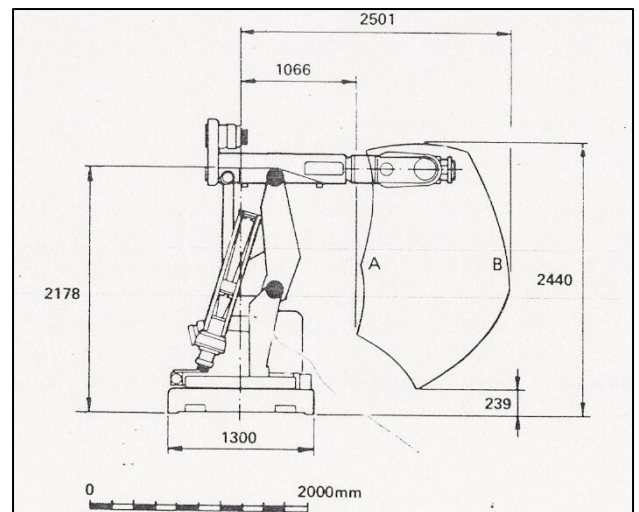
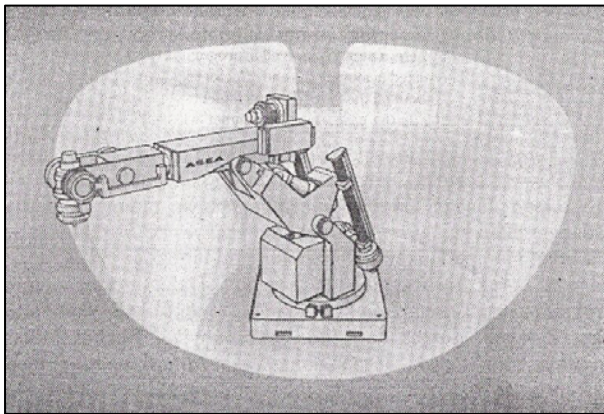


5. SCARA (Selective Compliant Assembly Robot Arm) : pada SCARA persendian putar lengannya berotasi pada sumbu vertikalnya. Pemakaiannya meluas untuk pengoperasian perakitan khususnya pada bidang elektronika.



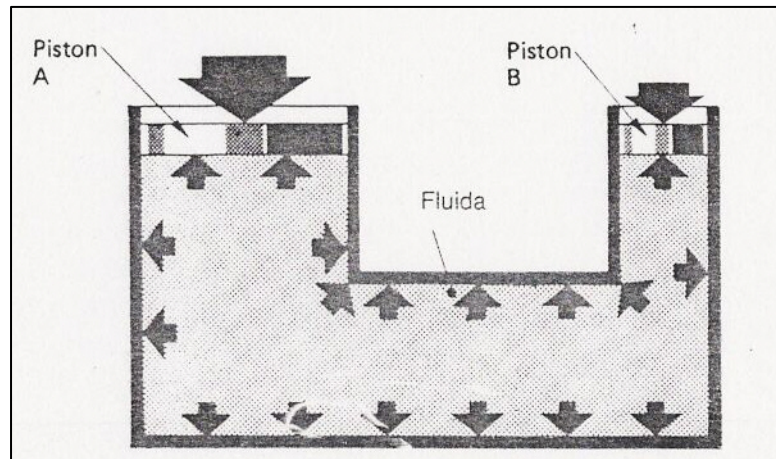
Lingkup kerja :

Adalah area maksimal yang dapat dijangkau dengan pergerakan sudut persendian tertentu. Contoh :



2. MEKANISME AKTUATOR (PENGGERAK)

- Aktuator : Istilah yang digunakan untuk mekanisme yang menggerakkan lengan robot. Aktuator dapat berupa hidrolik dan pneumatik yang digunakan untuk mengendalikan persendian prismatic karena dapat menghasilkan gerakan linier secara langsung (sering disebut dengan penggerak linier)., atau pula aktuator motor listrik yang menghasilkan gerakan rotasi.
- Macam Aktuator :
 1. Hidrolik : Tahun 1653, ilmuwan Blaise Pascal menyatakan teori : apabila tekanan eksternal dikenakan ke sejumlah fluida (bisa gas ataupun cairan), maka tekanan tersebut akan dipindahkan seluruhnya ke semua bagian dari fluida tersebut.

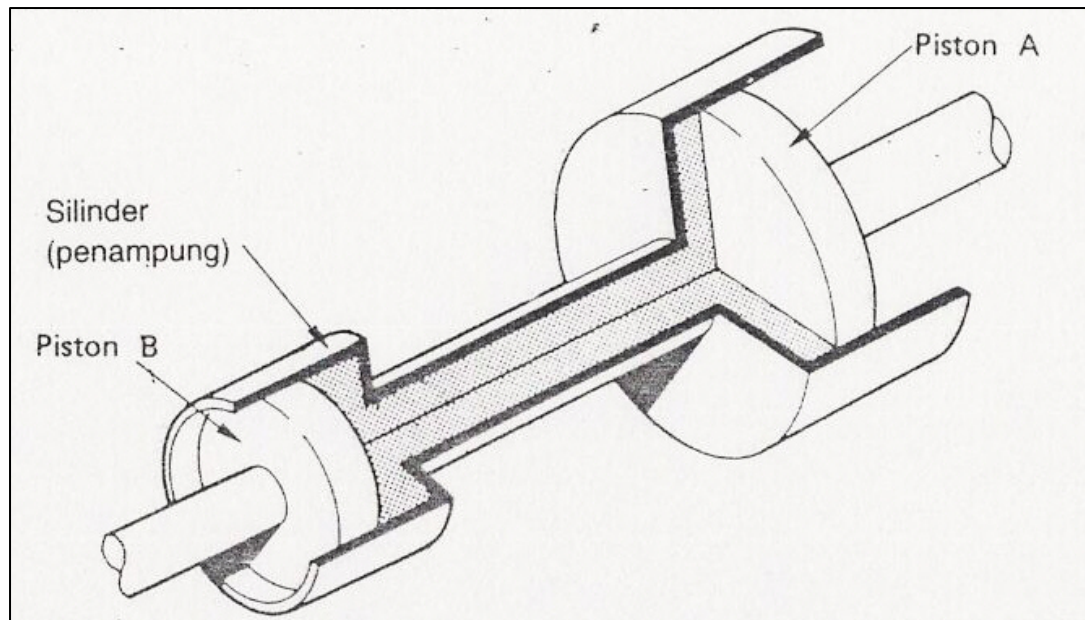


$Gaya \times \text{selisih jarak masukan} = Gaya \times \text{selisih jarak keluaran}$

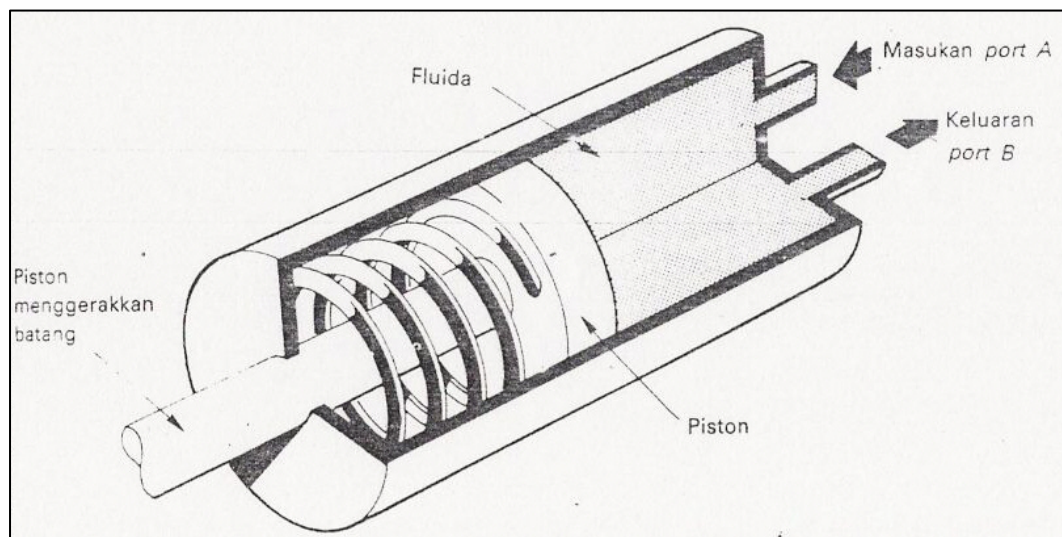
$Usaha \text{ mekanis yang masuk} = Usaha \text{ mekanis yang keluar}$

Contoh Aktuator Hidrolik :

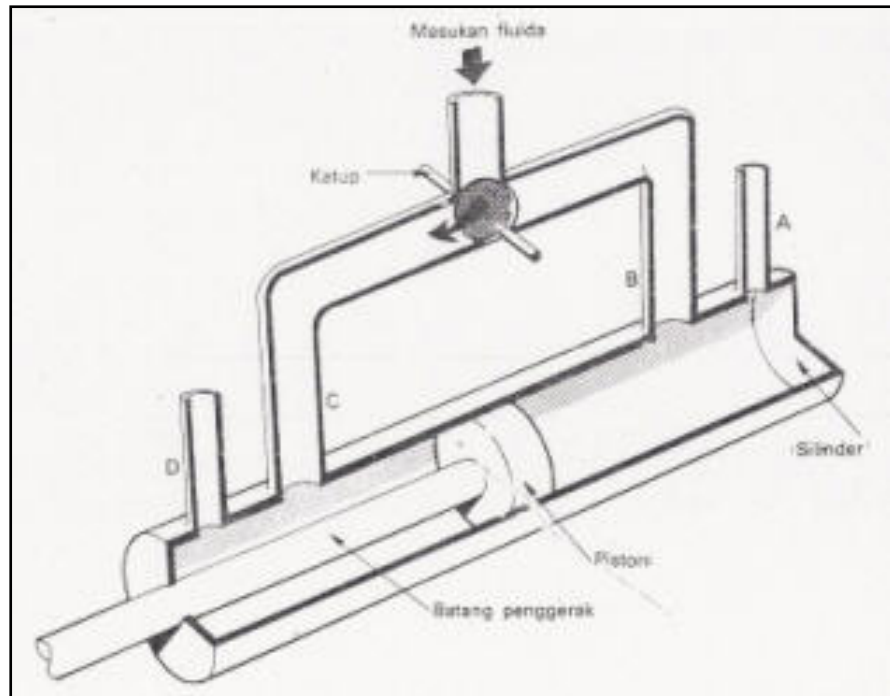
- Praktis



- Piston berpegas



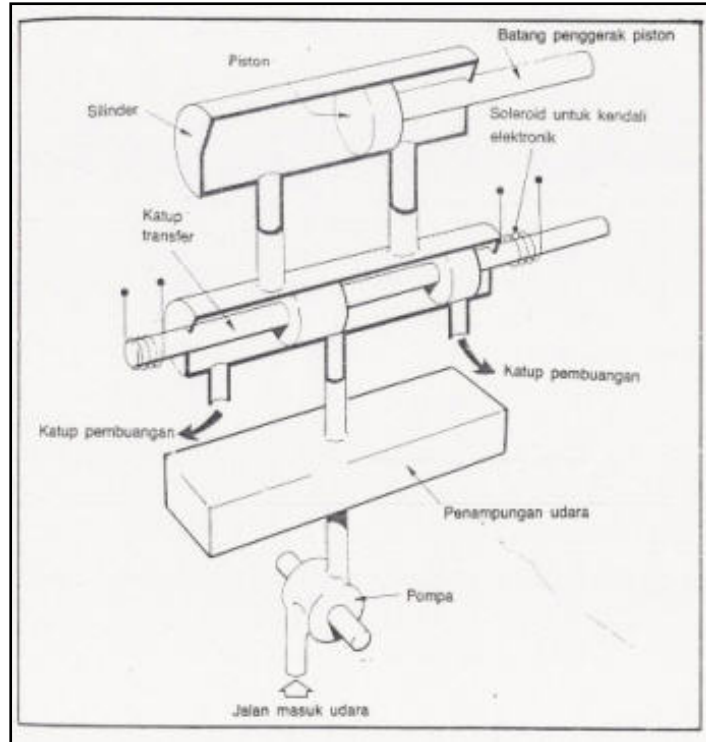
- Silinder Double acting



- Katup transfer hidrolik : merupakan metode pengendalian yang sangat teliti yang diterapkan pada silinder double acting dengan menggunakan katup transfer hidrolik.

2. Pneumatik : jika hidrolik menggunakan fluida dalam bentuk cairan, pneumatik menggunakan udara yang ternyata memiliki kaidah yang sama dalam hubungannya dengan gaya dan luas area. Perbedaannya adalah bahwa udara yang ditekan atau dimampatkan, volumenya akan berubah. Maka, untuk membangkitkan tekanan yang dibutuhkan dalam pengoperasian piston, pompa harus melakukan pekerjaan tambahan yaitu memampatkan udara.

<p>Usaha mekanis yang masuk = Usaha mekanis yang keluar + Panas</p>

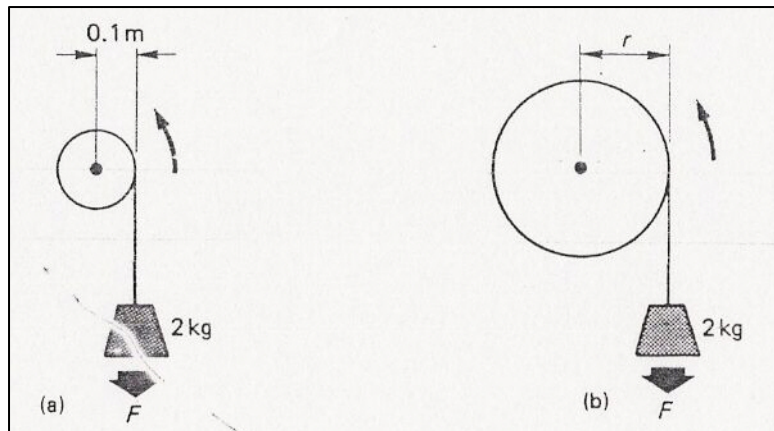


Kelebihan Pneumatik :

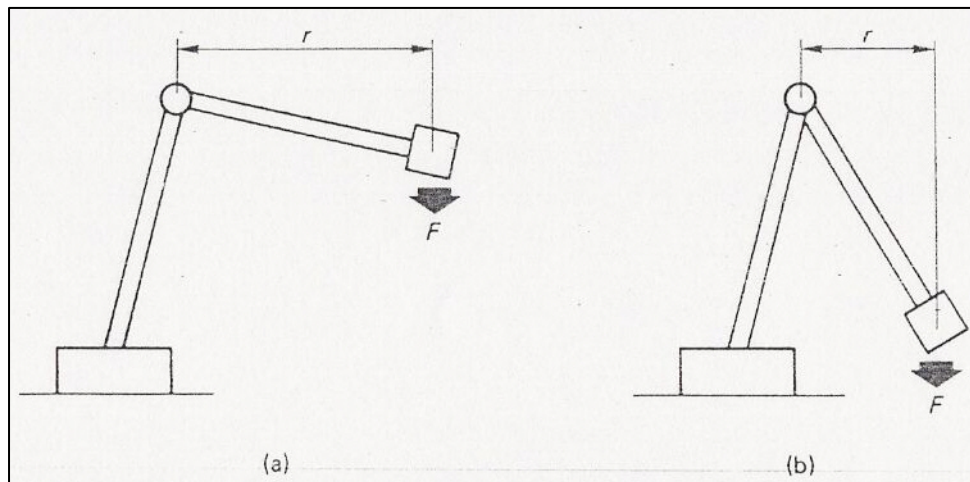
- Lebih murah.
- Dalam hidrolis tidak boleh ada kebocoran sedikitpun karena mengakibatkan tumpahnya cairan, sedangkan pada pneumatik kebocoran kecil masih dapat diterima.
- Memiliki respon yang lebih cepat dibandingkan hidrolis.

3. Motor listrik, terdapat beberapa Istilah yaitu dasar yaitu :

- Daya : terdapat 2 daya dalam satuan yang sama yaitu WATT, daya listrik (=satuan listrik yang digunakan oleh motor) dan daya mekanik (=satuan daya yang dihasilkan oleh motor). Efisiensi motor idealnya 100%, artinya 1 watt daya listrik menghasilkan 1 watt daya mekanik, namun pada prakteknya efisiensi motor kurang dari 50%, berarti 1 daya listrik hanya menghasilkan $\frac{1}{2}$ atau lebih kecil lagi daya mekanik, sisanya berupa panas dan derau.
- Torsi : kekuatan atau gaya puntir yang dihasilkan satuannya Nm (Newton meter), defenisinya adalah gaya dikalikan dengan jarak terpendek yang diukur dari sumbu rotasi ke garis di sepanjang gaya tersebut bekerja.



Pada gambar di atas : Torsi sebesar 2Nm diperlukan untuk mengangkat beban dengan menggunakan katrol. Diperlukan torsi yang lebih besar untuk mengangkat beban ini karena jarak yang ditempuh untuk setiap putaran / revolusi katrol juga lebih besar. Jika Gaya F adalah 2kg (20 Newton) dan r adalah 0,1 meter, maka torsi = $20 \times 0,1 = 2 \text{ Nm}$



Pada gambar di atas : Torsi semakin berkurang apabila beban bergerak ke arah poros motor.

- Kecepatan : dinyatakan dalam rpm (revolution per minute) adalah penghubung antara daya dan torsi. Kita dapat menghitung berapa torsi T (dalam Newton meter)

bila mengetahui daya mekanik P (dalam watt) dan jumlah revolusi per menit R dengan formula :

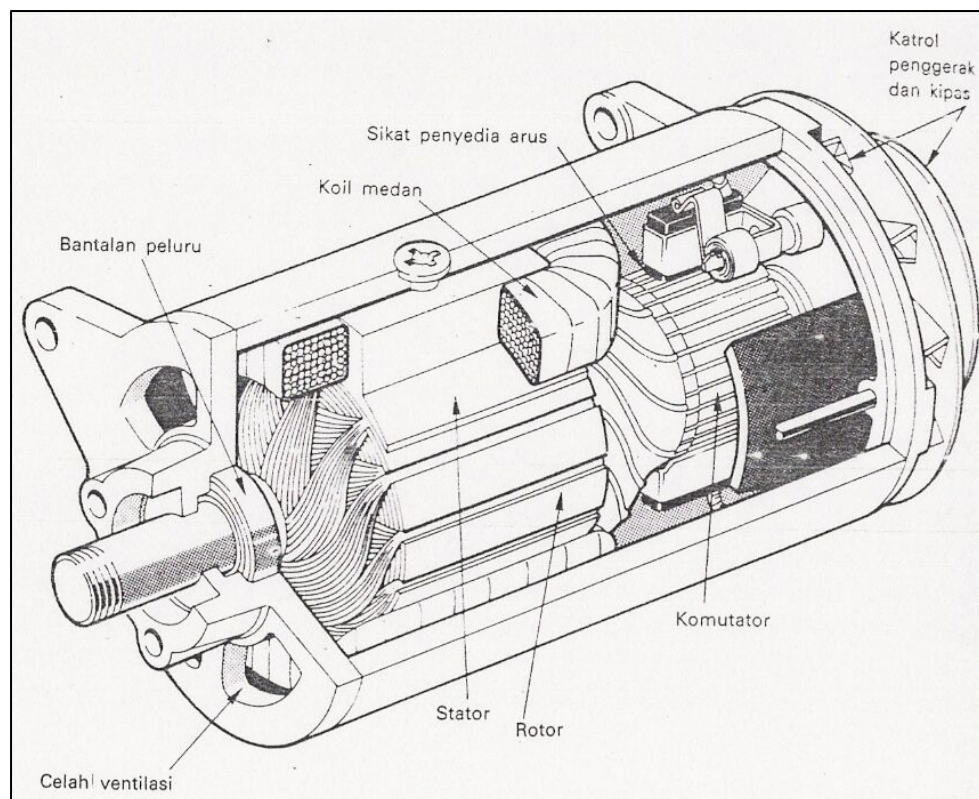
$$T = 10P / R \text{ newton meter}$$

Jenis Motor listrik :

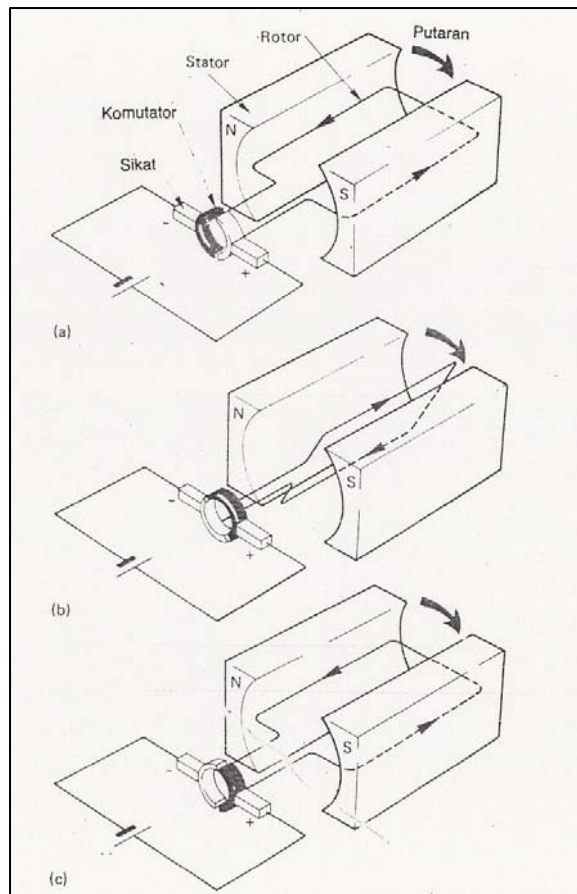
1. Motor AC, dioperasikan oleh arus listrik bolak-balik.
2. Motor DC , dioperasikan oleh arus listrik searah.
3. Motor stepper, dioperasikan oleh pulsa-pulsa listrik

Motor DC :

Terdapat 2 bagian utama, yaitu bagian yang tetap dan menghasilkan medan magnet dari koilnya yang disebut STATOR dan bagian yang berputar disebut ROTOR atau armature berupa koil dimana arus listrik mengalir.

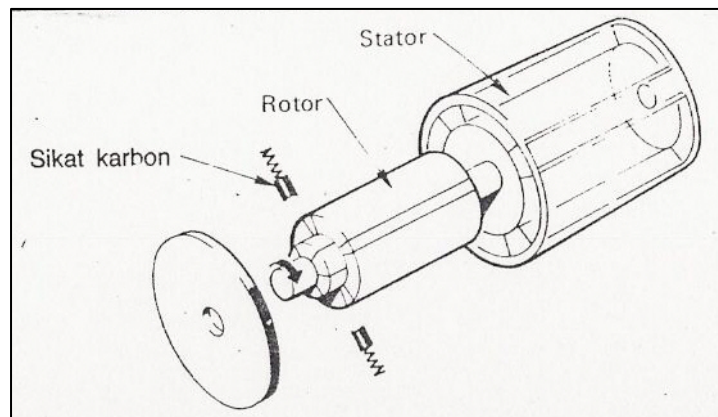


Prinsip motor DC :

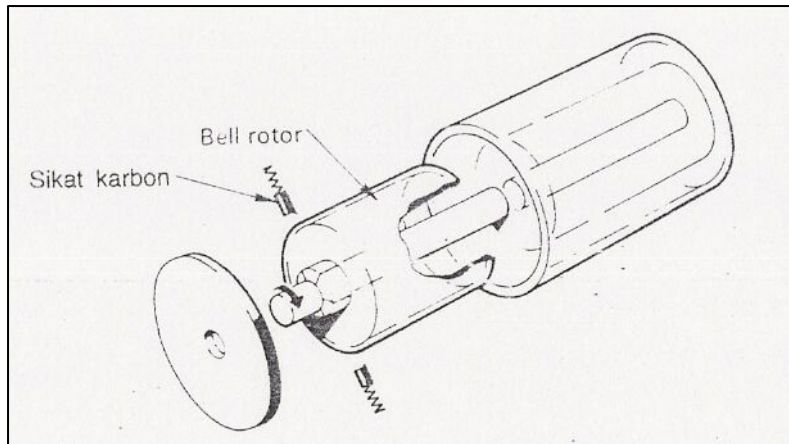


Konstruksi Motor

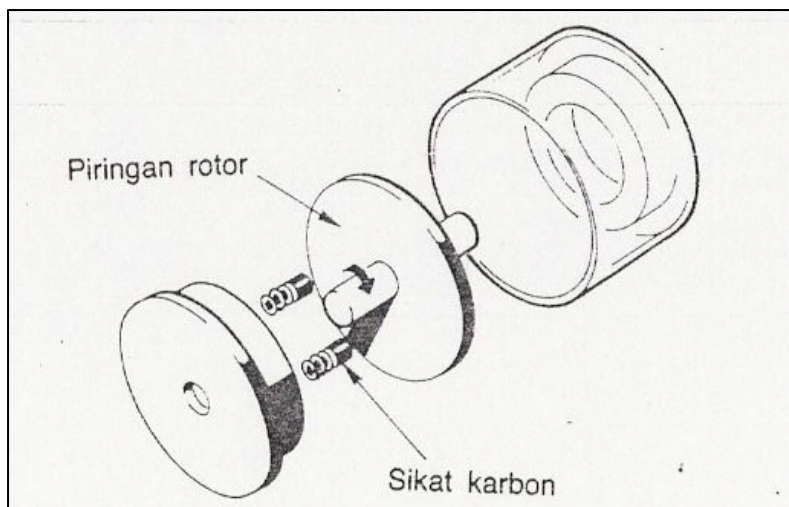
Jenis motor dikenali berdasarakan pengaturan listrik di dalamnya dan kontruksi fisiknya. 3 Cara dasar membentuk motor listrik :



Konstruksi
Motor
Standar



Konstruksi
Motor
Bell

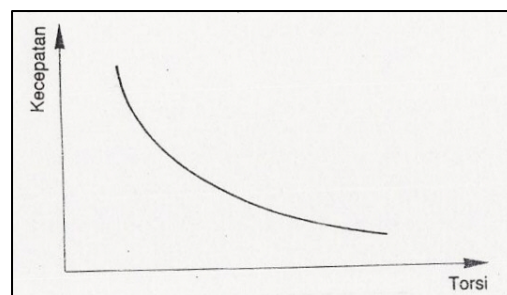
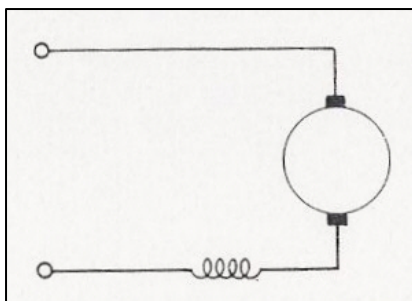


Konstruksi
Motor
Disc

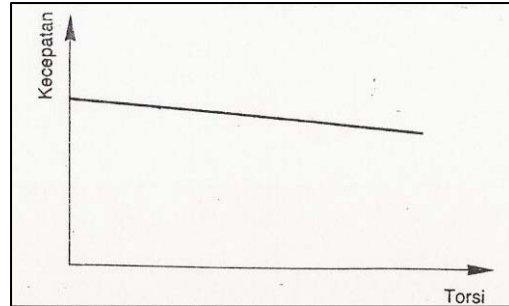
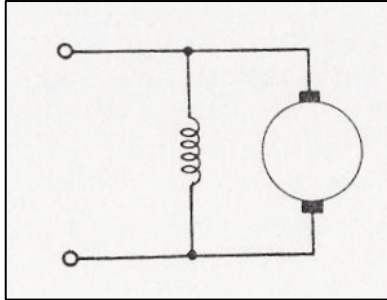
Motor magnet permanen

Motor dimana medan magnet di dalam stator dihasilkan oleh magnet permanen. Kekuatan medan magnetnya terbatas sehingga membatasi pula besar torsi yang mampu dihasilkannya. Macam motor magnet permanen :

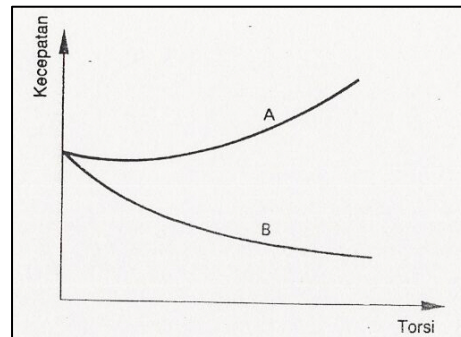
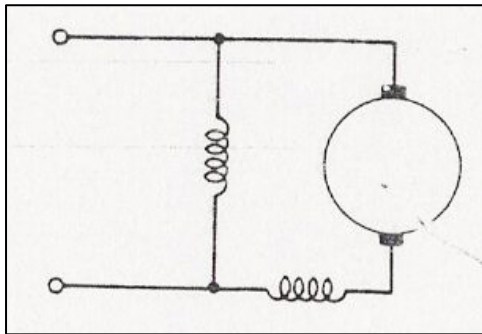
1. Motor dengan lilitan Seri (motor universal) : bekerja baik dengan DC maupun AC, berputar lambat jika dikenai beban berat (torsi tinggi)



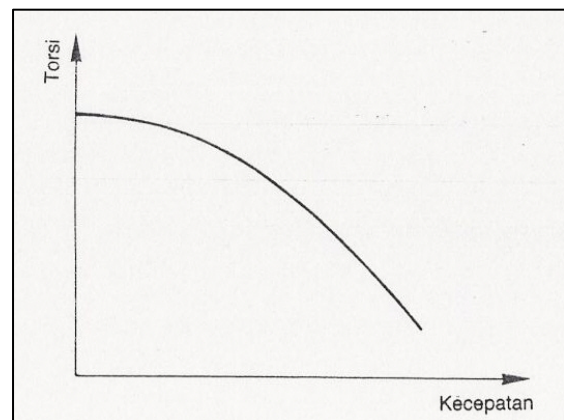
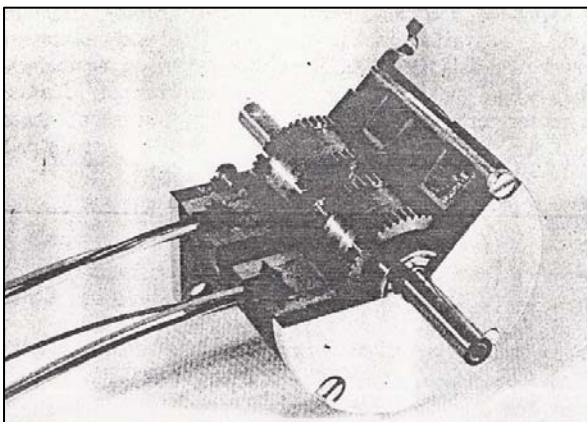
2. Motor lilitan paralel : Kecepatannya tidak terlalu terpengaruh oleh perubahan torsi yang terjadi, tetapi hanya dipengaruhi perubahan tegangan yang dikenakan kepada rotor.



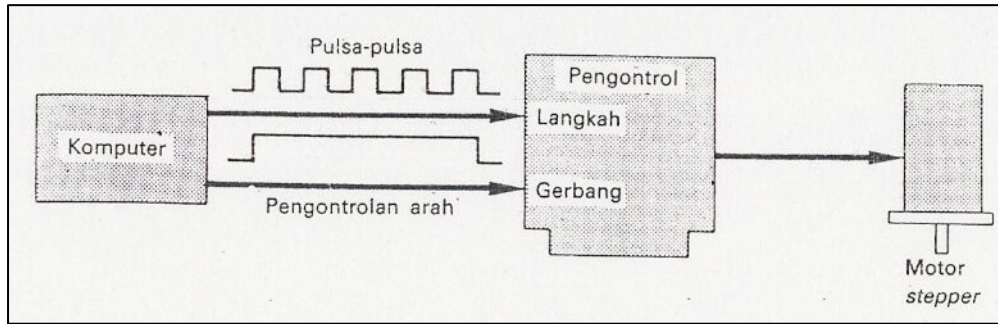
3. Motor dengan lilitan gabungan : Medan magnet dalam stator dihasilkan melalui 2 koil yang terpisah.



Motor Stepper



Prinsip Motor Stepper



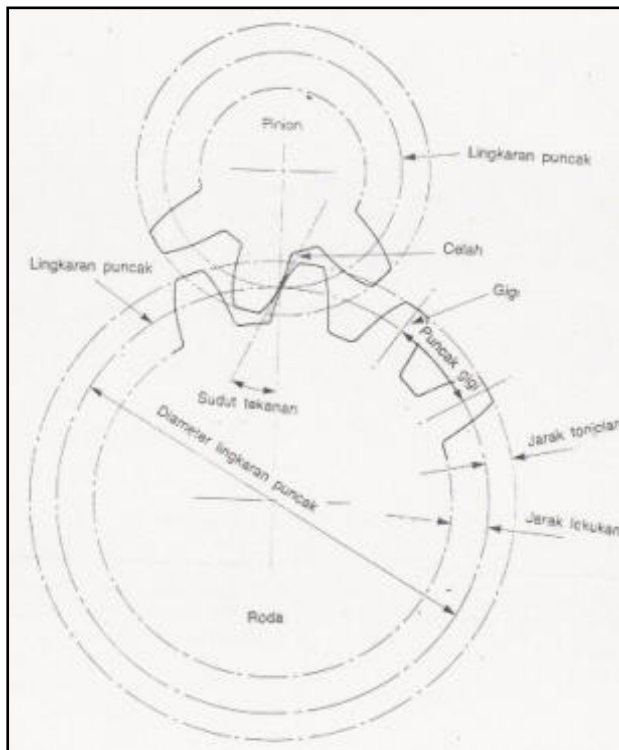
Pengoperasian motor jenis ini berdasarkan pulsa-pulsa listrik. Setiap kali mengirim pulsa ke pengontrol elektronik, maka motor akan bergerak 'selangkah', yaitu satu putaran sudut kecil. Ukuran langkah tergantung pada perancangan motor dan dapat sekecil 1,5 derajat atau maksimal 30 derajat. Kecepatan pengiriman pulsa maksimum 2000 pulsa per detik.

3. KOMPONEN SISTEM PENGGERAK

- Komponen yang dimanfaatkan mekanismenya dalam mengalihkan gerakan linier menjadi rotasi maupun sebaliknya yang dihasilkan oleh aktuator..

1. Roda gigi

Prinsip Dasar



Gambar disamping adalah Penggerak pendamping (pinion) kecil dan roda gigi pemacu (spur Wheel).

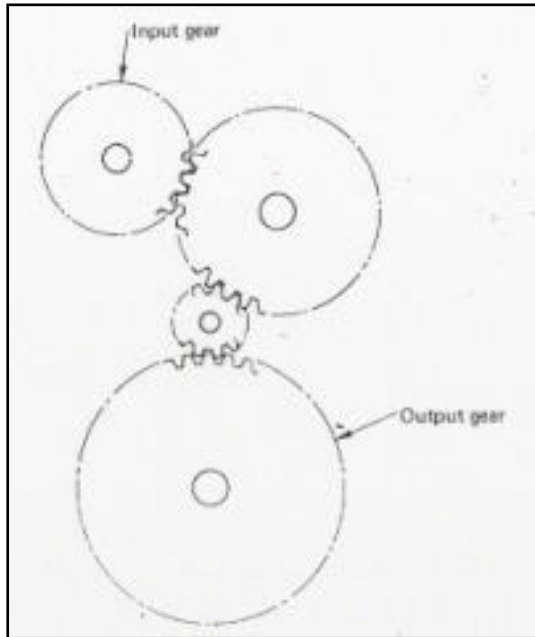
Pitch (puncak gigi) : jarak antara titik tengah sebuah gigi dengan titik tengah gigi berikutnya.

Perumusannya :

$$\frac{\text{PCD roda gigi 1}}{2} + \frac{\text{PCD roda gigi 2}}{2}$$

Pitch Circle diameter (PCD) : garis tengah efektif dari roda gigi yang digunakan dalam merancang perhitungan.

Rasio roda gigi (rasio transmisi) dari sepasang roda gigi adalah rasio / perbandingan antara jumlah satu putaran penuh roda gigi masukan dengan jumlah satu putaran penuh roda gigi keluaran. Selama berputar, roda gigi yang lebih banyak akan membuat putaran yang lebih kecil dibandingkan dengan roda gigi yang lebih kecil.



Jika misalnya roda gigi masukan memiliki 20 gigi dan roda gigi keluaran memiliki 100 gigi, maka rasio roda gigi 100 : 20 atau 5:1. Perumusannya :

$$\frac{\text{Gigi pada roda gigi masukan}}{\text{Gigi pada roda gigi keluaran}}$$

Jika roda gigi lebih dari 2 (misalnya 4), untuk mendapatkan rasio keseluruhan menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Gigi pada roda gigi 4}}{\text{Gigi pada roda gigi 3}} \times \frac{\text{Gigi pada roda gigi 2}}{\text{Gigi pada roda gigi 1}}$$

Jika roda gigi lebih dari 2 (misalnya 6), untuk mendapatkan rasio keseluruhan menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Gigi pada roda gigi 6}}{\text{Gigi pada roda gigi 5}} \times \frac{\text{Gigi pada roda gigi 4}}{\text{Gigi pada roda gigi 3}} \times \frac{\text{Gigi pada roda gigi 2}}{\text{Gigi pada roda gigi 1}}$$

Pengalihan Torsi

Pada motor listrik, jika kita melipatgandakan kecepatan, maka torsi akan menjadi setengahnya dan begitu pula sebaliknya. Jika ini diterapkan pada roda gigi, maka :

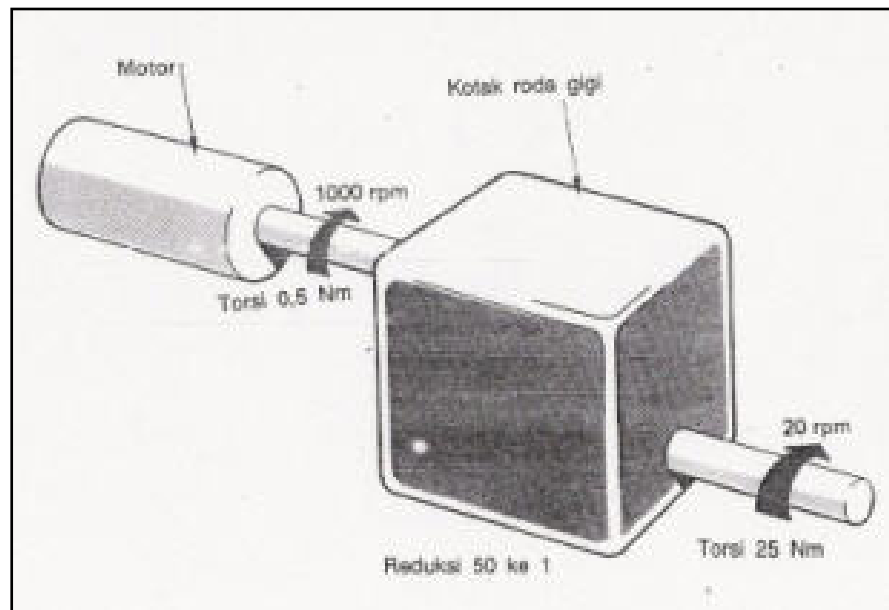
$$\text{Torsi keluaran} \times \text{rpm} = \text{torsi masukan} \times \text{rpm}$$

Karena rasio roda gigi adalah :

$$\frac{\text{rpm masukan}}{\text{rpm keluaran}}$$

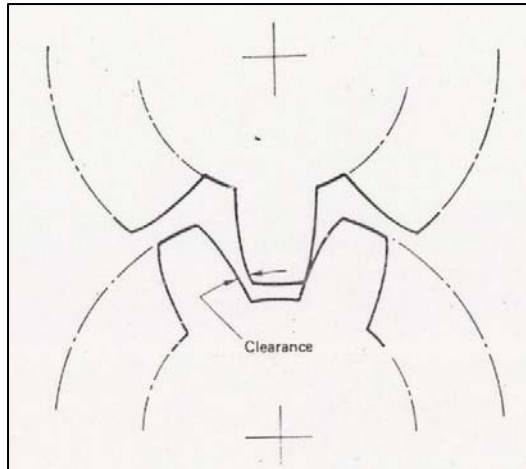
maka :

$$\text{torsi masukan} = \text{rasio roda gigi} \times \text{torsi keluaran}$$



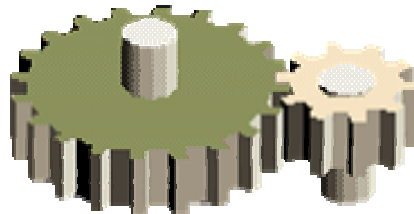
Black Slash :

Timbul saat dua roda gigi saling bertaut, maka harus terdapat jarak ruangan (clearance) di antara gigi untuk menghindari adanya kemacetan pada roda gigi.

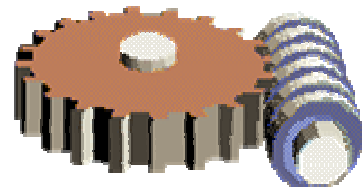


Jenis Penggerak roda gigi :

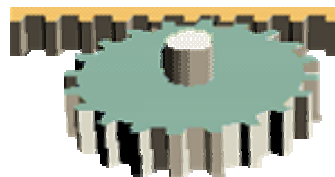
Spur



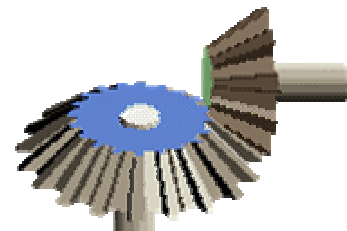
Worm

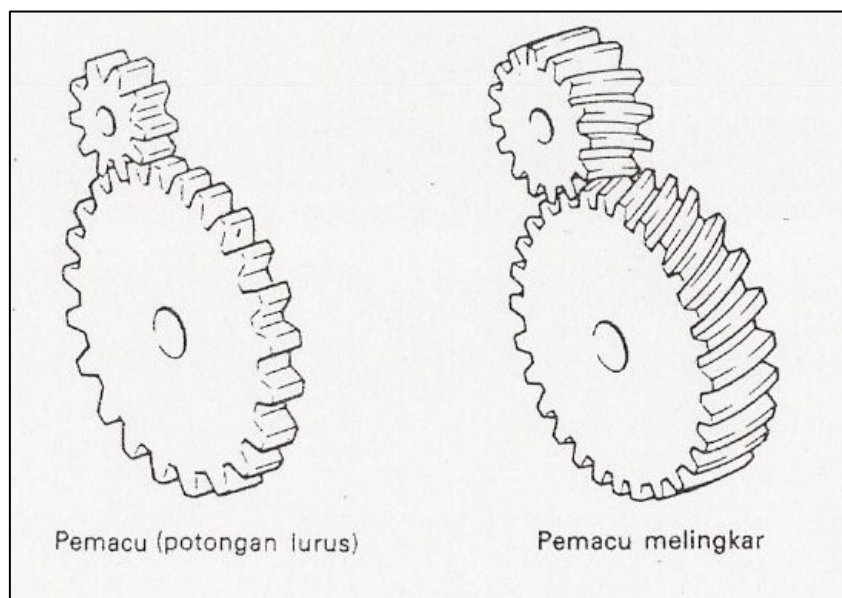
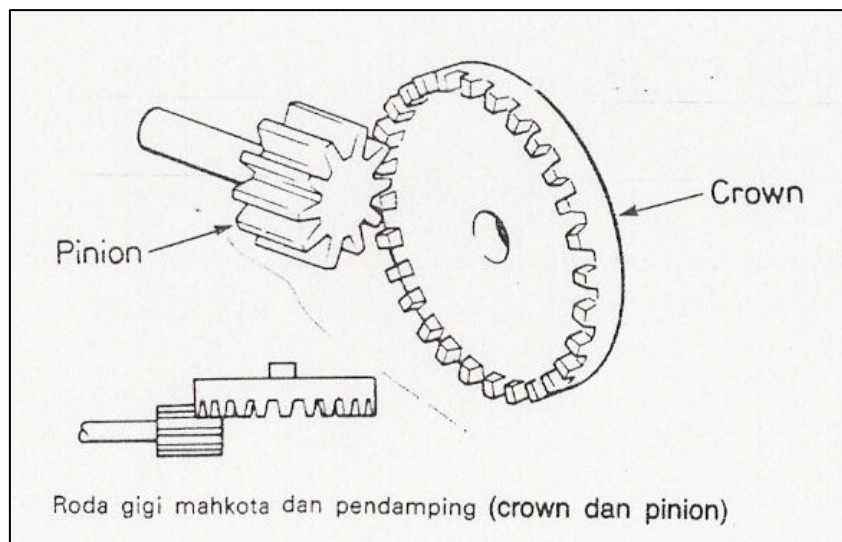
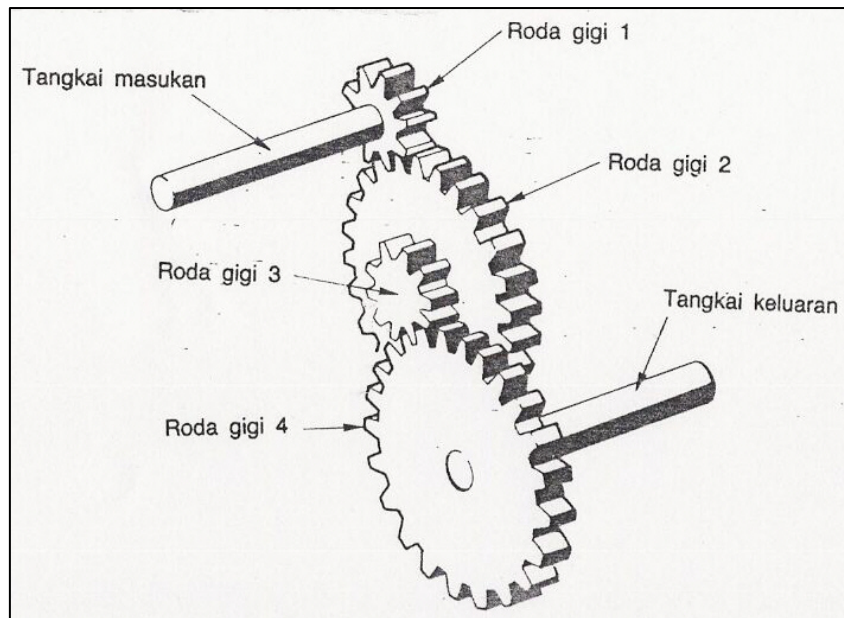


Rack & Pinion



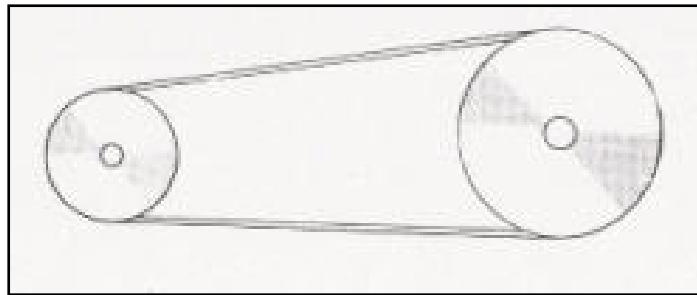
Bevel



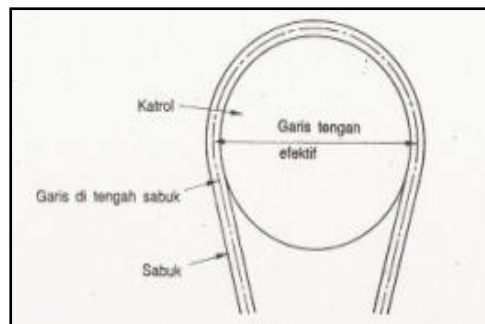


2. Sabuk dan rantai

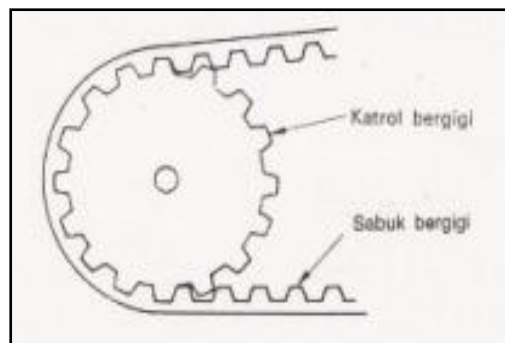
Rasio transmisi penggerak sabuk dapat dihitung dari rasio peredaran katrol-katrolnya. Karena peredaran lingkaran sebanding dengan garis tengahnya, dapat dikatakan bahwa rasio transmisinya adalah rasio garis tengah katrol-katrolnya.



Garis tengah katrol efektif :



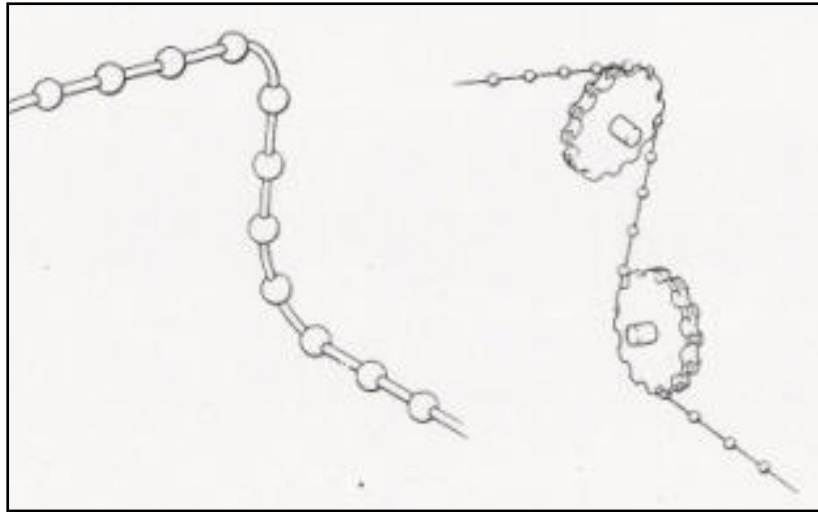
Sabuk bergerigi :



Rumusnya :

$$\frac{\text{Jumlah gigi pada katrol besar}}{\text{Jumlah gigi pada katrol kecil}}$$

Penggerak kabel bermanik :



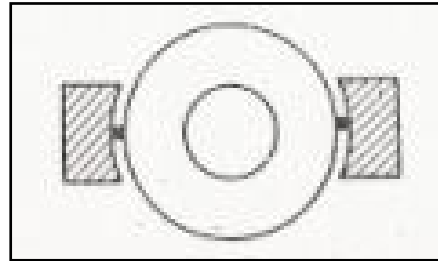
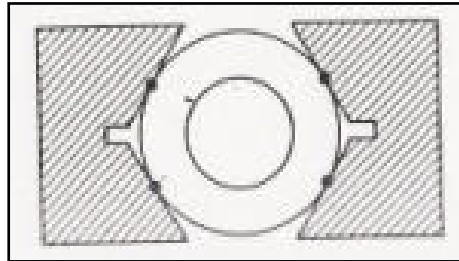
4. END EFFECTOR :

- **Defenisi** : Piranti yang terpasang pada lengan robot untuk melaksanakan fungsi-fungsi tertentu.
- **Jenis end effector** :
 1. Gripper (pencengkram) : piranti untuk memegang dan mencengkram obyek, misalnya : tangan mekanik, piranti pengait, magnet atau penghisap.
 2. Tool (peralatan) : Piranti yan digunakan robot untuk melakukan operasi pada suatu obyek. Misalnya : bor, penyemprot cat, gerinda, alat las dan lain-lain.
- **Gerakan robot pada end effector**
 1. Point to point control (Gripper)
 2. Continous path control (Tool)
- **Jenis Gripper** :
 1. Kontak (jig) : Robot melakukan aktivitas terhadap suatu obyek tertentu, seperti melakukan pengelasan, pemotongan, pengeboran.
 2. Gripper kasar : Tidak membutuhkan ketepatan.
 3. Gripper presisi : Memerlukan penempatan yang presisi
 4. Perakitan : Posisi yang akurat dan umpan balik sensor yang memungkinkan robot memantau dan memperbaiki gerakan yang dilakukannya.

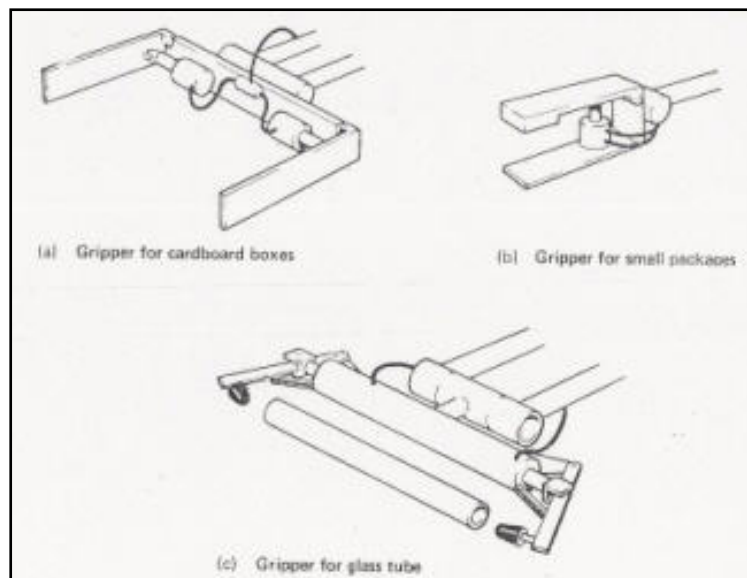
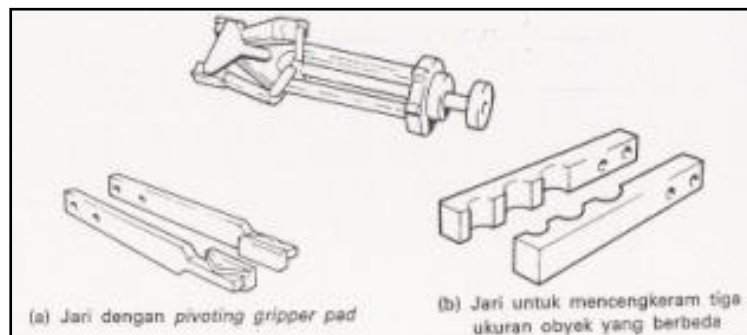
- **Gripper mekanik :**

1. Bantalan (pad) gripper

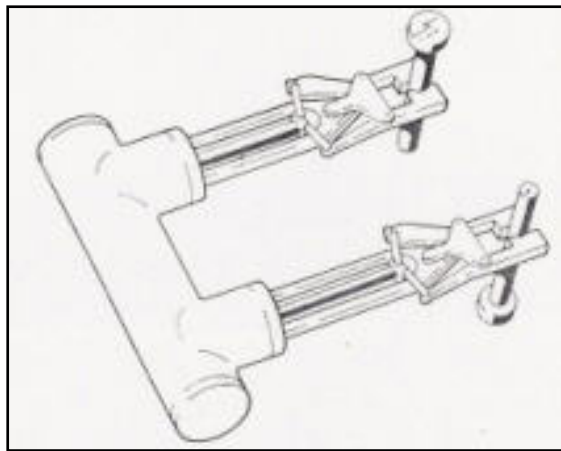
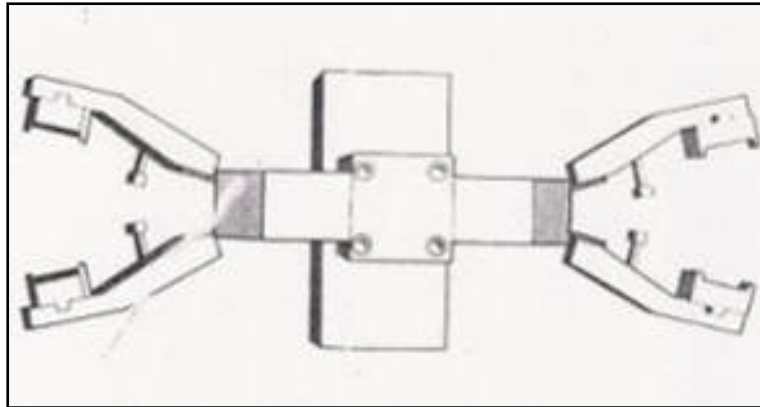
Lapisan ini umumnya dibuat dari plyurethane (sejenis plastik) yang dipasang pada pencengkram, agar gesekan yang didapatkan menjadi lebih besar, namun lapisannya mesti lentur agar tidak merusak benda yang dipegangnya.



2. Pencengkram khusus



3. Pencengkram ganda



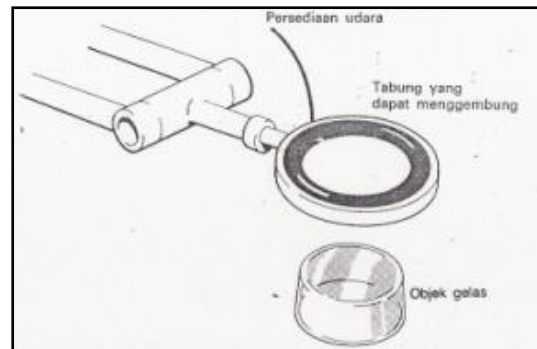
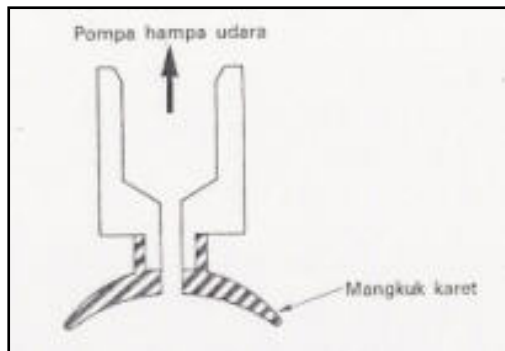
4. Pencengkaram hisap :

- Jenis Pencengkaram hisap :
 1. Operasi dengan vacuum, dapat dihasilkan lewat pompa.
 2. Operasi dengan tutup hisap : Udara bertekanan dialirkan ke dalam tutup hisap.
- Karakteristik
 1. Kapasitas hisap

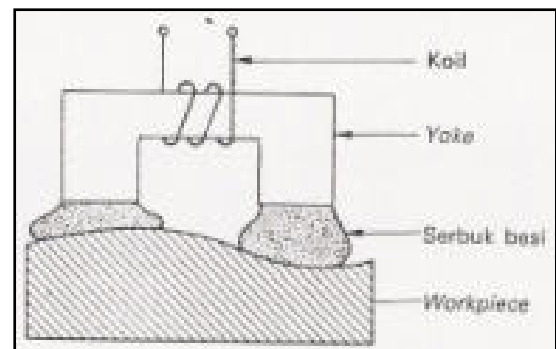
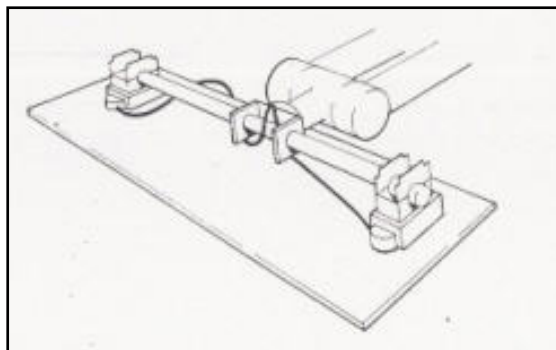
Kapasitas angkat (kg)	=	$\frac{0,785 \times \text{presentasi hampa udara} \times d^2}{100}$
--------------------------	---	---

Keterangan : d = garis tengah tutup hisap (cm)

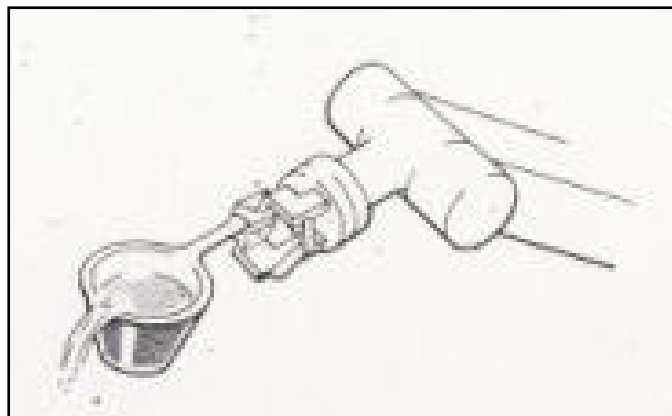
2. Kecepatan operasi



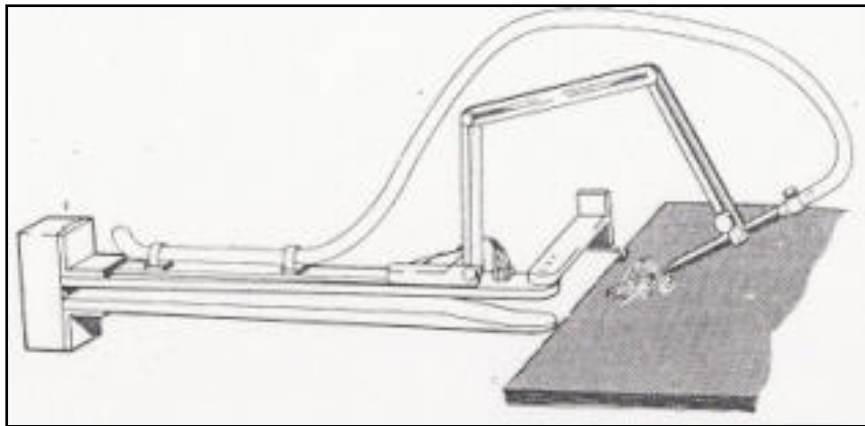
- Gripper magnetik : biasanya digunakan untuk mengangkat obyek logam, untuk penempatan yang tidak membutuhkan presisi tinggi.
Contoh :
 1. Gripper dengan Elektromagnet : magnet yang dihasilkan dari listrik.
 2. Gripper dengan Magnet permanen



- Metode kait (Hook) dan sekop (scoop)

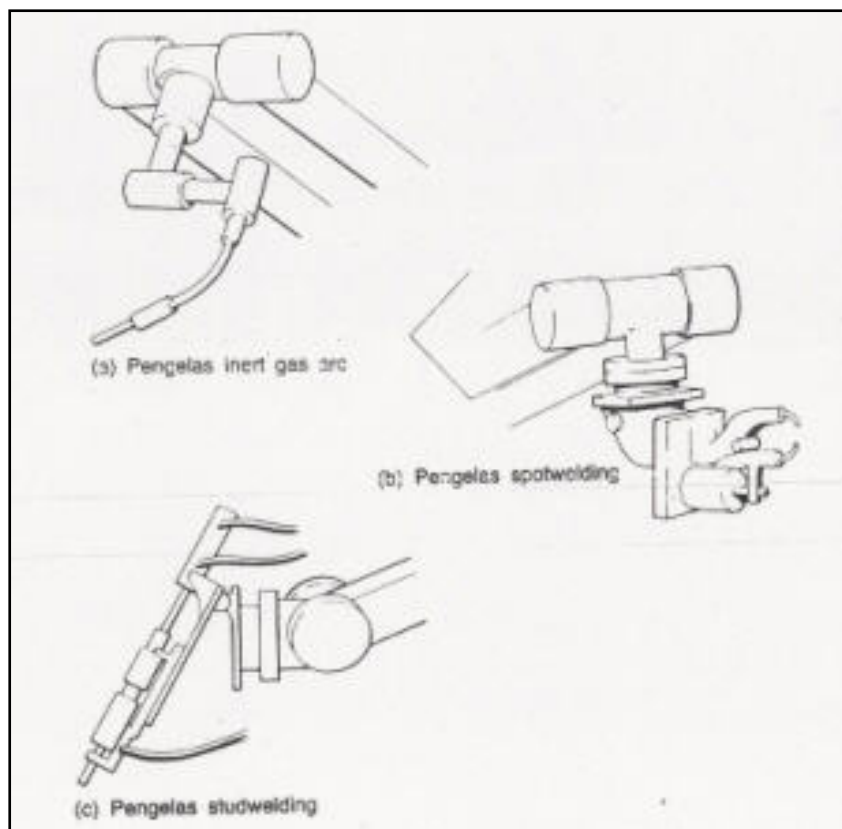


Sekop untuk menyendok lelehan logam



Gipper khusus untuk pakaian

- Jenis Tool (Peralatan) :
 1. Pengelasan (welding) :
 - Inert gas : metal (MIG) dan Tungsten (TIG)
 - Spot welding (las titik)
 - Stud welding



2. Pengecatan semprot (Paint spraying)
 3. Deburring
 4. Nut runner
- Penggantian end effector terprogram → metode Turret : Memprogram robot untuk dapat mengganti end effectornya sendiri . Kelemahan :
 1. Perlu modal besar.
 2. Waktu putaran kerja menjadi lebih panjang.

