# B.1. Mekanisme

*Mekanisme berguna untuk membantu manusia melakukan kerja dengan menghasilkan gerakan yang memungkinkan usaha yang lebih mudah*



Written and developed by F. Ann Retadi

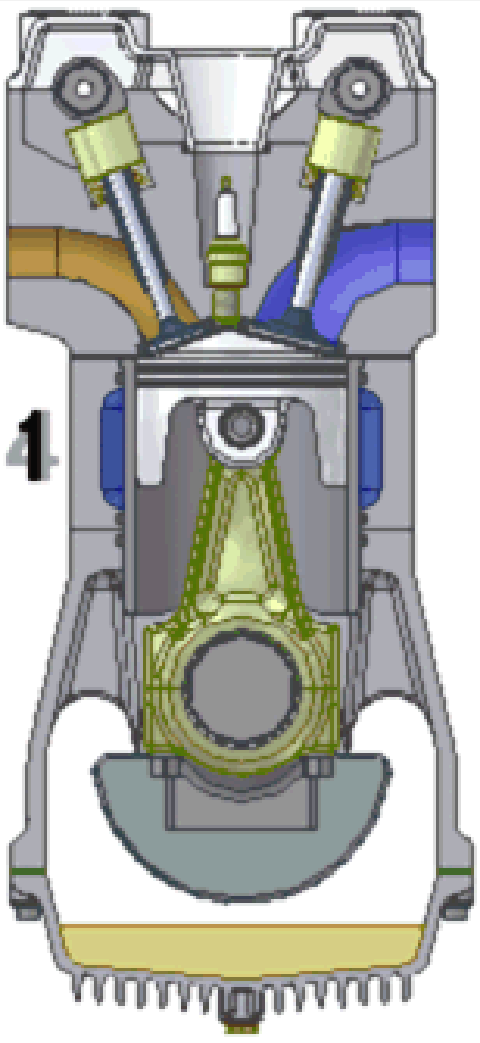
# ❖ Mekanisme dan mesin

- **Mesin** adalah alat untuk mengubah, meneruskan atau mengarahkan gaya untuk tujuan kerja tertentu. e.g. : Mesin otomobil (motor bakar), mesin gergaji

- **Mekanisme** adalah bagian dari mesin yang berfungsi untuk meneruskan gerak (dan gaya) dari sumber energi ke tujuan kerja.

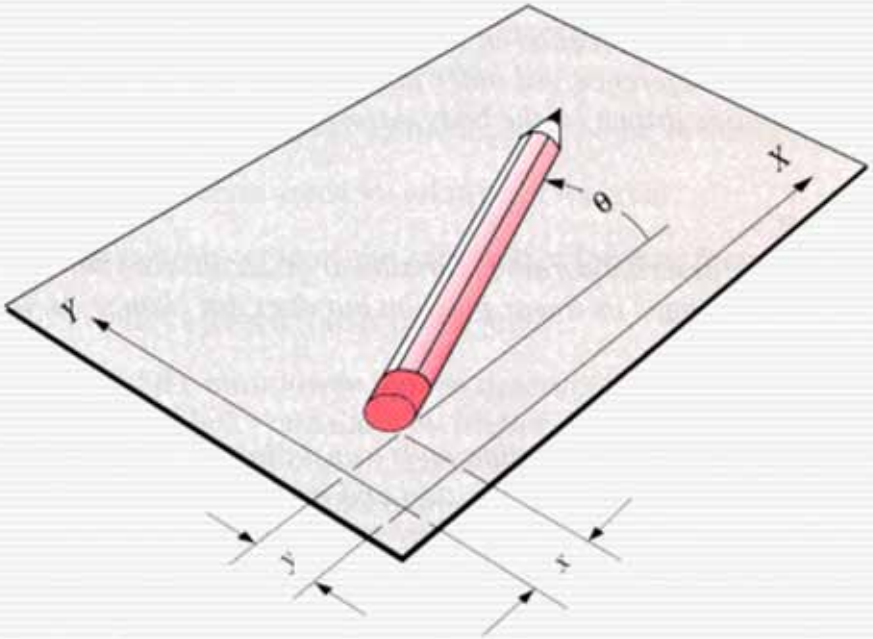
- **Rantai Kinematis** adalah gabungan antara beberapa *link* dan *joint* yang terhubung sedemikian rupa sehingga menghasilkan gerak keluaran yang terkontrol sebagai respon dari gerak input yang diberikan.

  **= *LINKAGES***



# Derajat Kebebasan

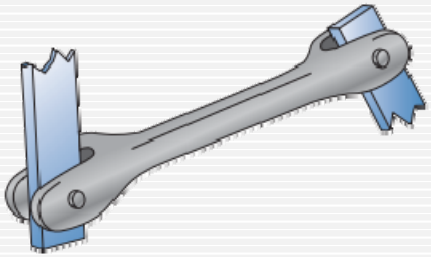
**Degree of Freedom (DoF)**: Jumlah parameter Independen yang diperlukan untuk menunjukkan posisi benda tersebut dalam suatu ruang pada satu saat tertentu



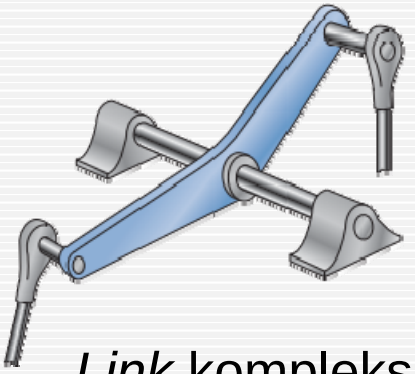

Pensil sebagai contoh dari benda tegar atau batang penghubung (*link*), diasumsikan tidak mengalami deformasi selama perpindahan. Untuk tujuan sintesa dan analisa kinematika, maka setiap *link* dianggap kaku dan tidak memiliki massa

# ❖ Batang Penghubung *(link)*

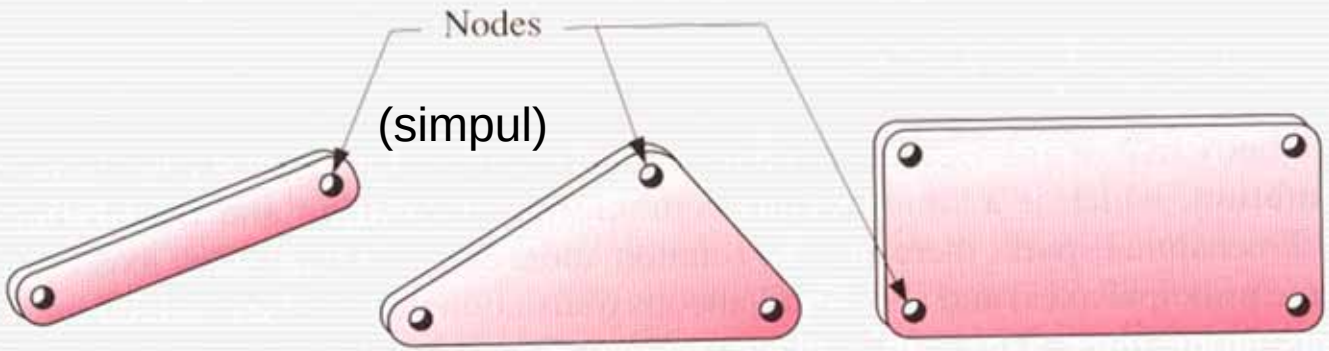
Batang kaku yang memiliki paling sedikit 2 titik simpul (*node*) yang dapat disambungkan dengan batang penghubung yang lain.



*Link* sederhana



*Link* kompleks



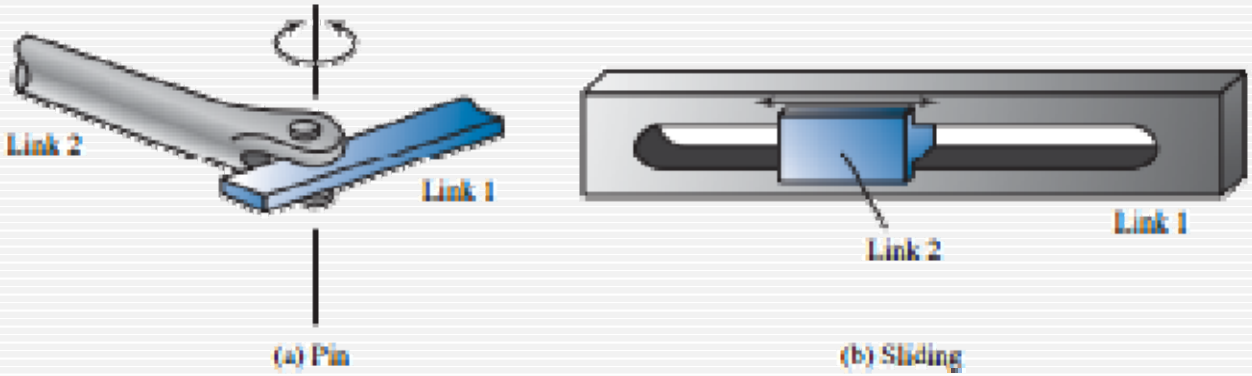

***Link* biner** ***Link* terner** ***Link* kuarterner**

## ❖ Sambungan *(joints)*

Hubungan antara dua atau lebih batang penghubung pada titik-titik simpulnya, yang memungkinan batang penghubung yang tersambung saling bergerak satu sama lain.

Sambungan juga sering disebut pasangan kinematis *(kinematic pairs)*

Jenis sambungan utama ada 2, yaitu sambungan pen *(pin joint)* dan sambungan luncur *(sliding joint)*

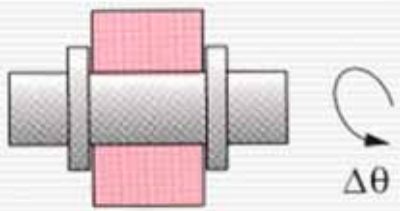


- **Pengelompokan sambungan**
  - Menurut tipe kontak: berupa garis, titik atau permukaan (luasan)
  - Menurut jumlah DoF yang dimiliki pada sambungan
  - Menurut bentuk fisik dari *closure*
  - Menurut jumlah *link* yang tersambung

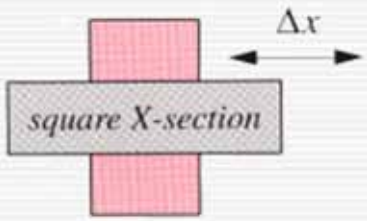
# Pengelompokan menurut tipe kontak

## 1. Pasangan tingkat rendah *(lower pairs)*

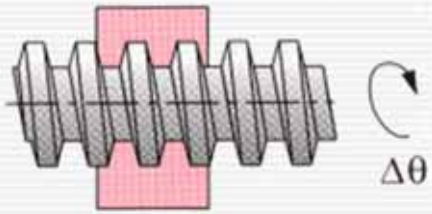
Sambungan dengan kontak berupa permukaan



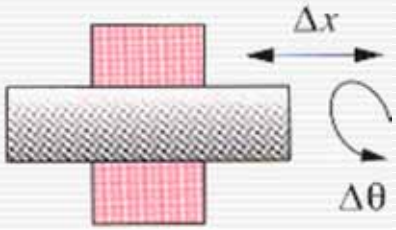

***Revolute (R) Joint***



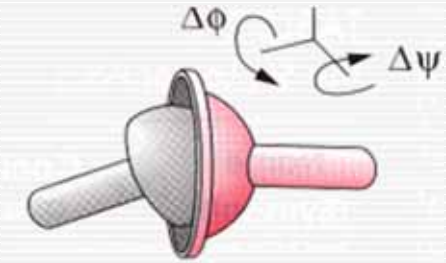

***Prismatic (P) Joint***



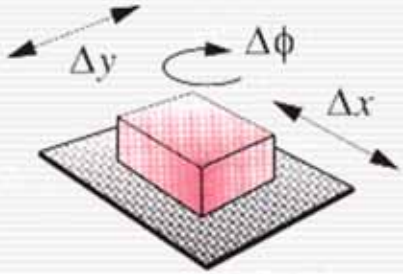

***Helical (H) Joint***
***→ RP***




***Cylindric (C) Joint***
***→ RP***




***Spherical (S) Joint***
***→ RRR***

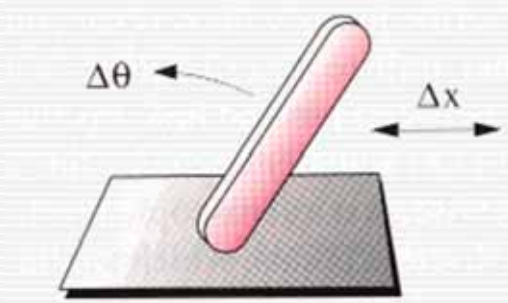



***Planar (F) Joint***
***→ RPP***

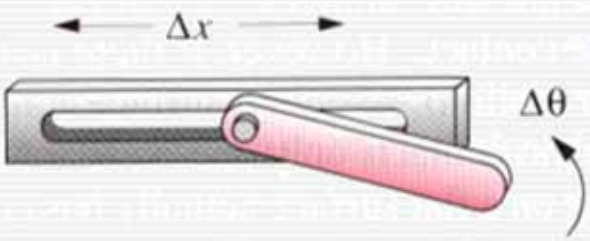
- **Pengelompokan menurut tipe kontak**

**2. Pasangan tingkat tinggi *(higher pairs)***

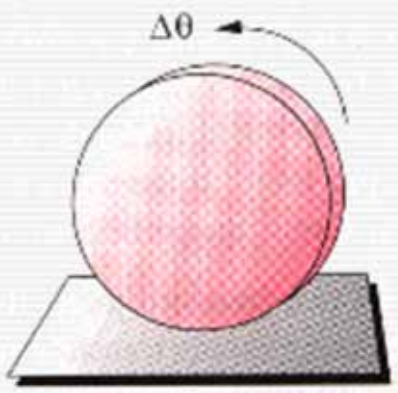
Sambungan dengan kontak berupa titik atau garis




**Sambungan *link* dengan bidang**




**Pen di dalam alur**

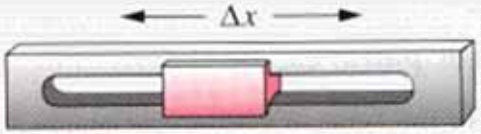



Dapat menggelinding, meluncur atau gabungan keduanya, tergantung gesekan yang ada

# Pengelompokan menurut jumlah DOF

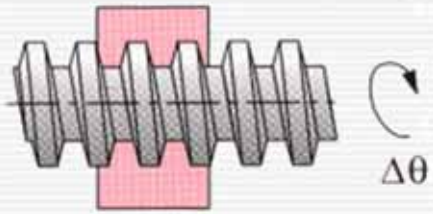
## 1. Pasangan dengan 1 Derajat Kebebasan

*Rotating pin*



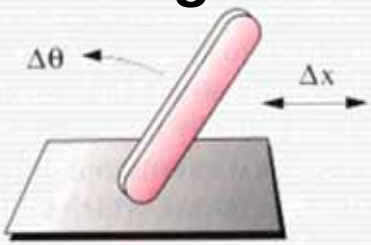

*Translating slider*

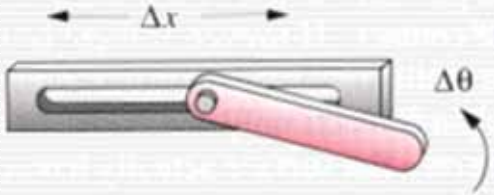
*Full joint*




*Helical joint*

## 2. Pasangan dengan 2 Derajat Kebebasan



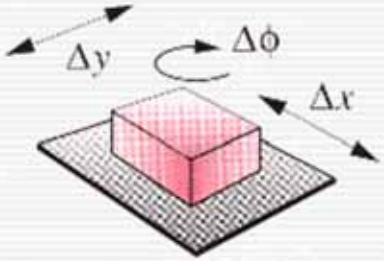




*Roll-slide joints*

*Half joint*

## 3. Pasangan dengan 3 Derajat Kebebasan

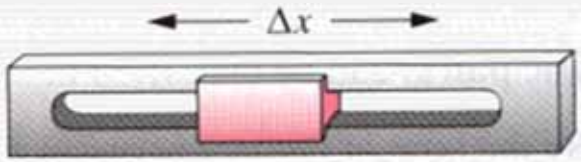
*Ball joint*

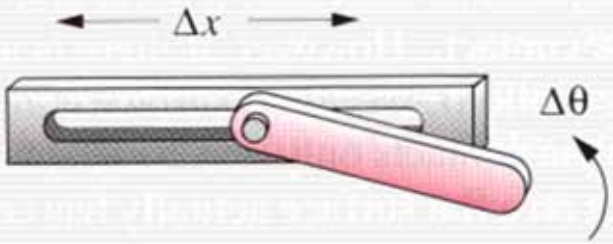


- **Pengelompokan menurut *closure***

***1. Form Closed***

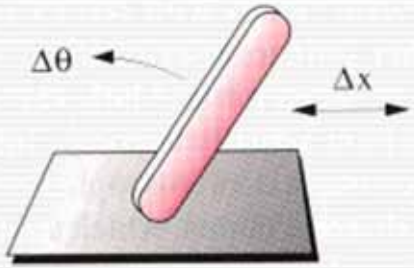
Sambungan yang tetap terhubung akibat dari bentuk geometrisnya



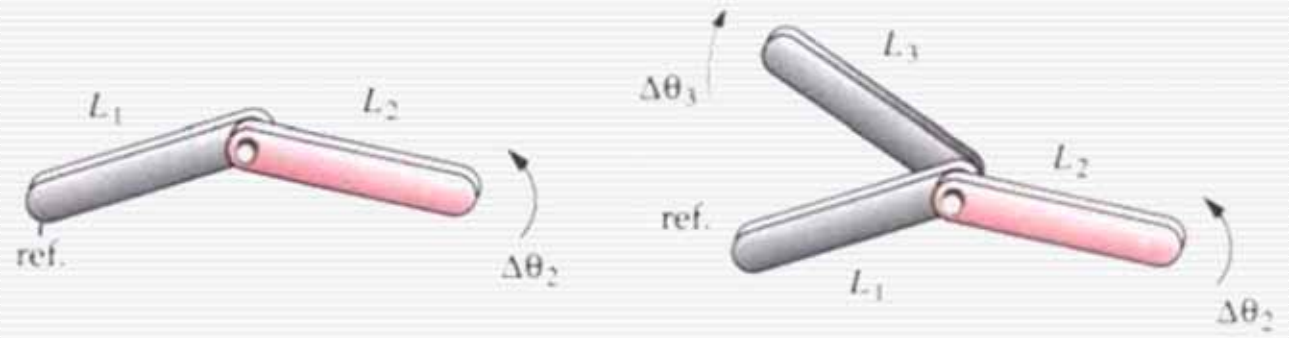




***2. Force Closed***

Sambungan yang supaya tetap terhubung membutuhkan adanya gaya dari luar



- **Pengelompokan menurut orde sambungan**

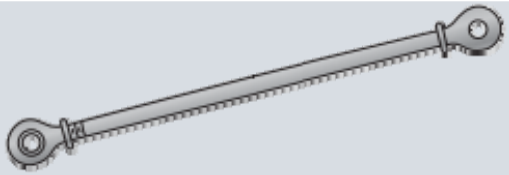
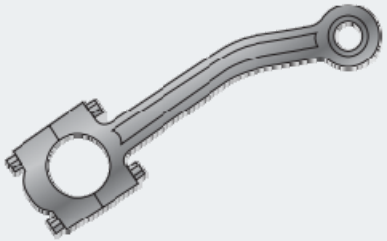
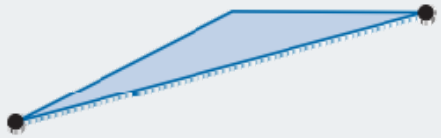
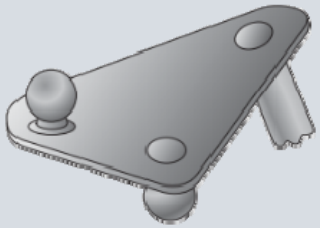
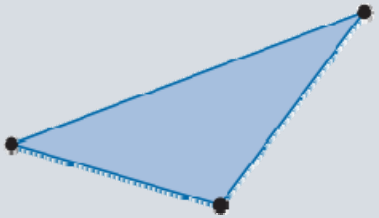


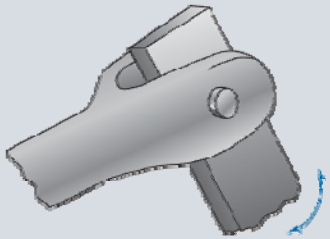
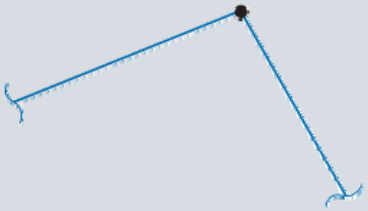
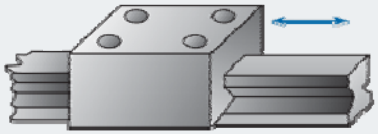
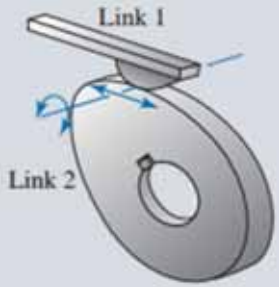
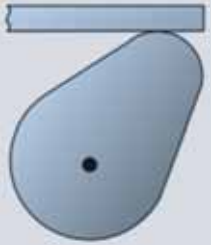
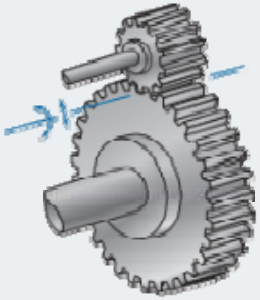
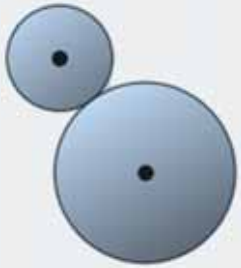

Jika 2 buah *link* terhubung dalam 1 sambungan, dikatakan sebagai sambungan orde 1.
Orde sambungan bertambah seiring dengan bertambahnya link yang terhubung dalam **1** sambungan.

# Diagram Kinematis

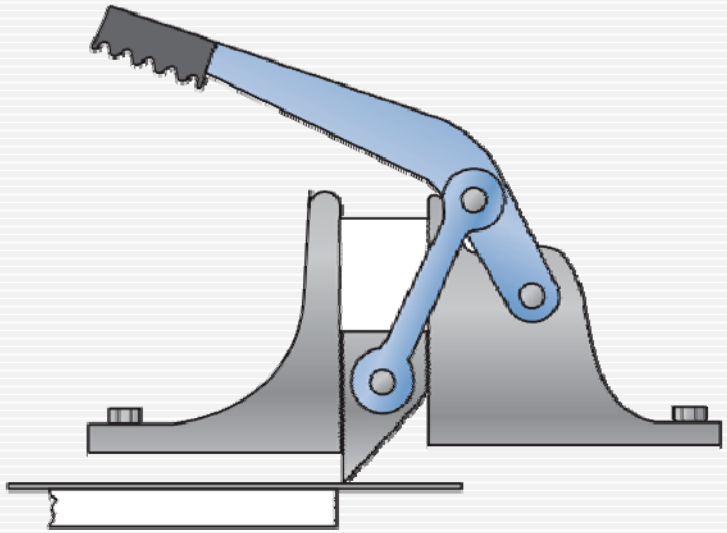
- Untuk memudahkan analisa, suatu mekanisme dapat disederhanakan menjadi **diagram kinematis**.
- Komponen-komponen digambarkan dalam bentuk rangka → hanya ukuran benda yang berpengaruh terhadap gerak saja yang ditunjukkan → fokus ke fungsi.
- Ukuran dibuat dalam skala proporsional dengan mekanisme yang sebenarnya.
- Masing-masing link diberi simbol **angka** dan dimulai dari kerangka sebagai *Link* 1, sedangkan *joint* diberi simbol **huruf**.

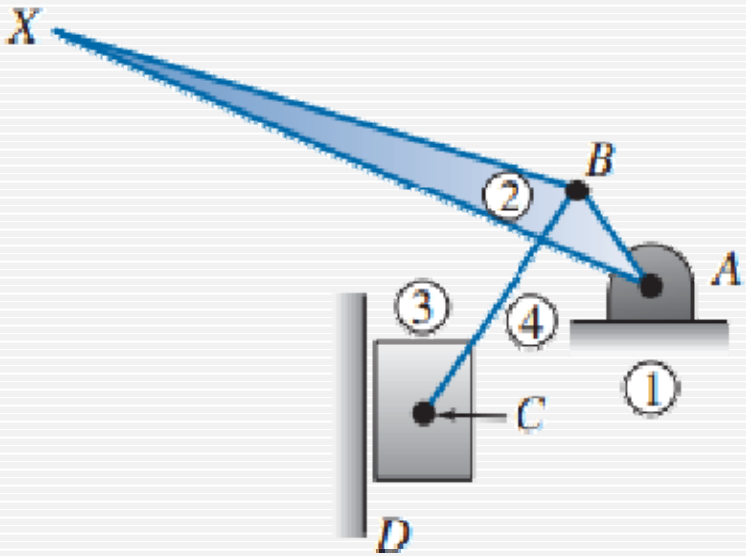
## ❖ Diagram kinematis untuk *link*

| Jenis Komponen | Bentuk fisik secara umum | Tampilan kinematis |
|---|---|---|
| Link |  | |
| Link dengan fokus pada bagian tertentu |  |  |
| Link terner |  |  |

| Jenis Komponen | Bentuk fisik secara umum | Tampilan kinematis |
|---|---|---|
| Sambungan pen |  |  |
| Sambungan luncur |  | |
| Sambungan nok |  |  |
| Sambungan roda gigi |  |  |

# Contoh membuat diagram kinematis

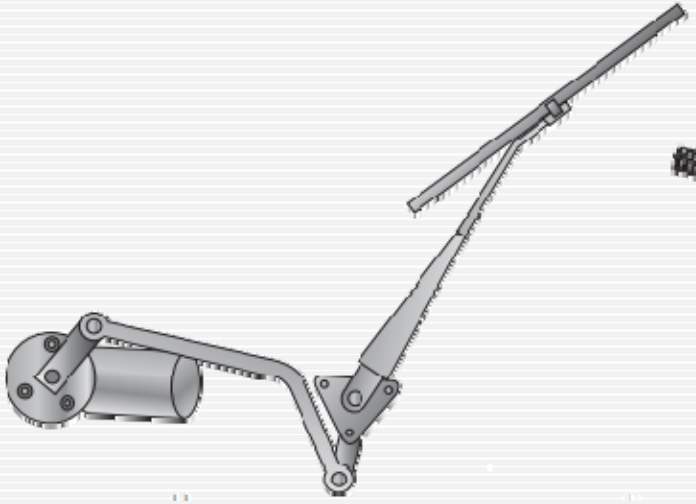


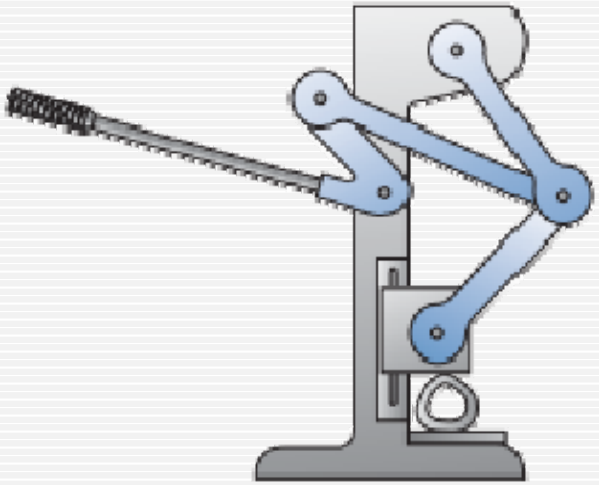


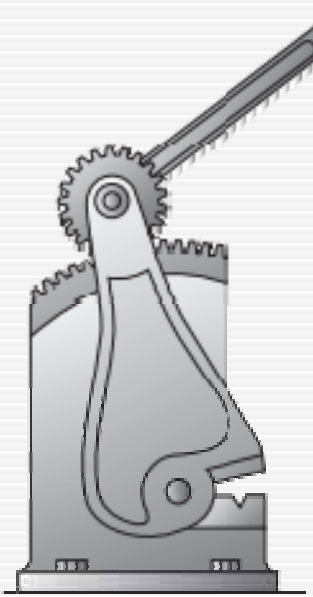

**Langkah-langkah**

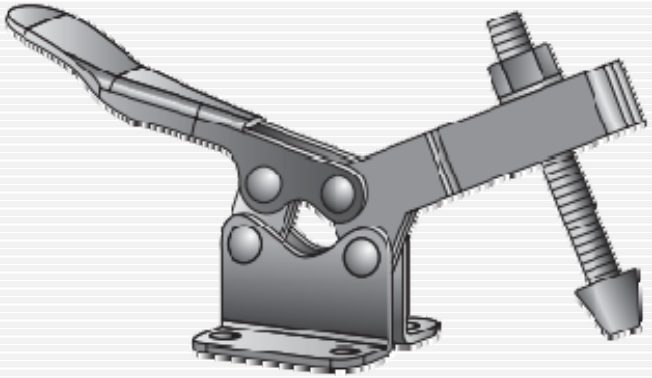
1. Tentukan kerangka, yaitu bagian (salah satu *link*) yang (dianggap) tidak bergerak/ mati, berikan simbol angka nomor 1. Semua link lain bergerak relatif terhadap kerangka ini.
2. Identifikasi semua link yang lain, termasuk jenisnya, lalu berikan simbol dengan angka secara urut.
3. Identifikasi masing-masing sambungan termasuk jenisnya, lalu berikan simbol dengan huruf secara urut.
4. Tentukan apakah ada fokus pada bagian tertentu.
5. Buat sket diagram kinematisnya.

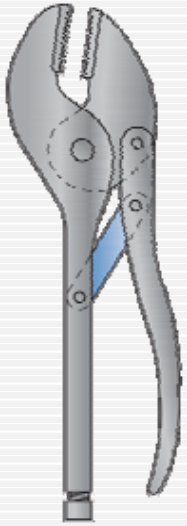
# Buatlah diagram kinematis dari mekanisme-mekanisme berikut ini!

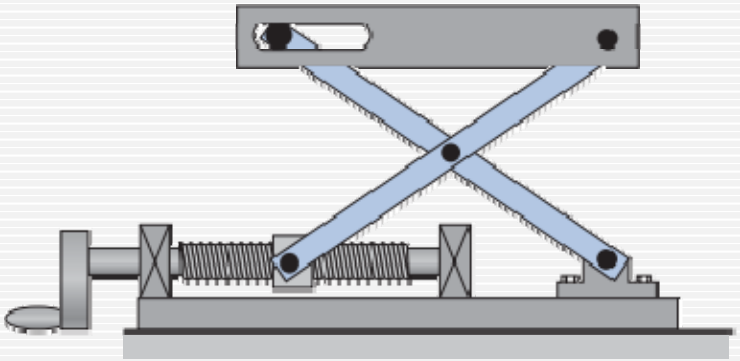


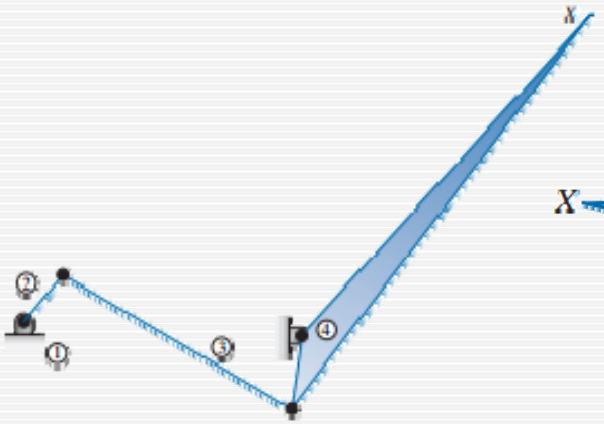


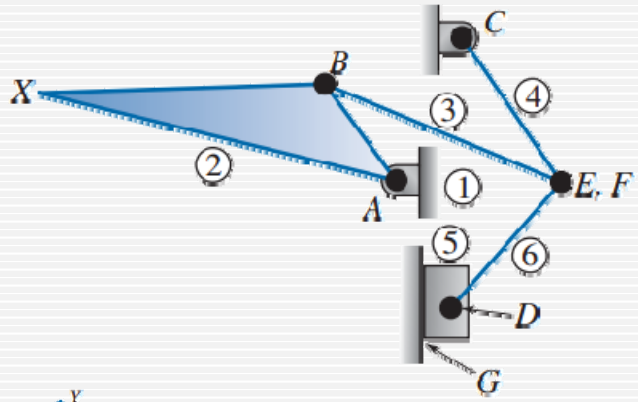


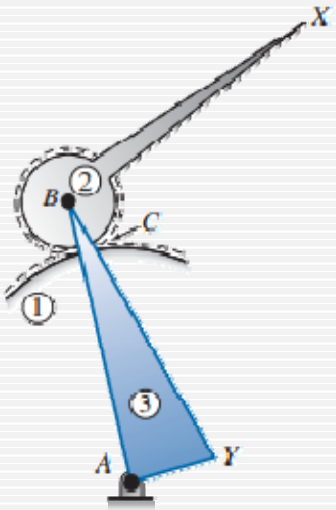


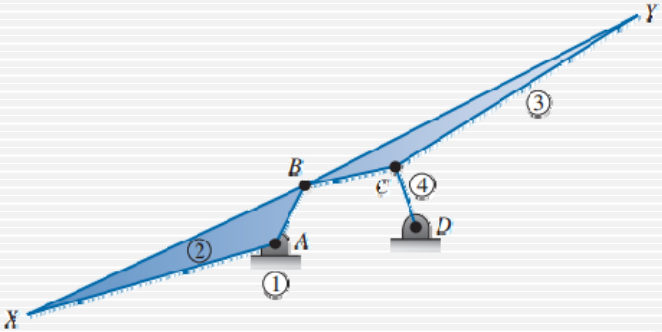


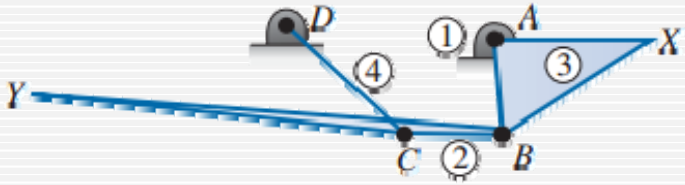


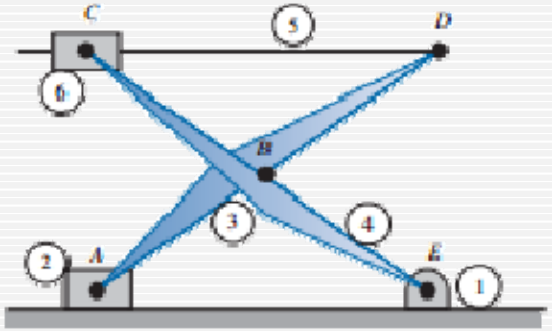

X
2
1
3
4


C
B
X
3
4
2
1
A
E, F
5
6
D
G


X
2
B
C
1
3
A
Y


Y
3
B
C
4
D
2
A
1
X


D
1
A
X
4
3
Y
C
2
B


C
5
D
6
B
3
4
2
A
E
1

# Mobilitas (M)

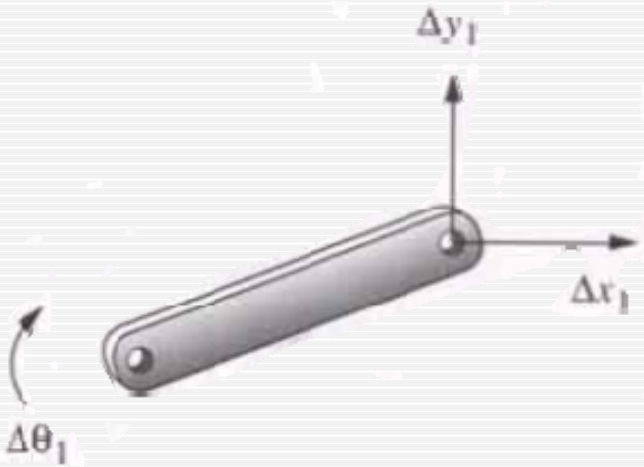
Mobilitas dari suatu sistem mekanik didefinisikan menurut jumlah derajat kebebasannya

**Degree of Freedom (DoF)**
Jumlah *input* yang dibutuhkan untuk menghasilkan *output* yang terprediksi

## Menentukan mobilitas suatu mekanisme

a) Sebuah *link* pada suatu bidang memiliki 3 derajat kebebasan

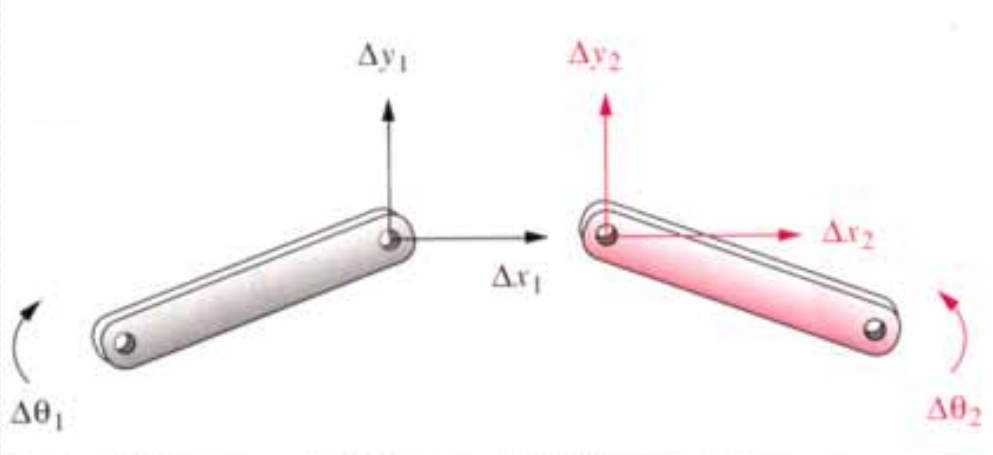
*DoF = 3*



b) Dua *link* yang tidak tersambung

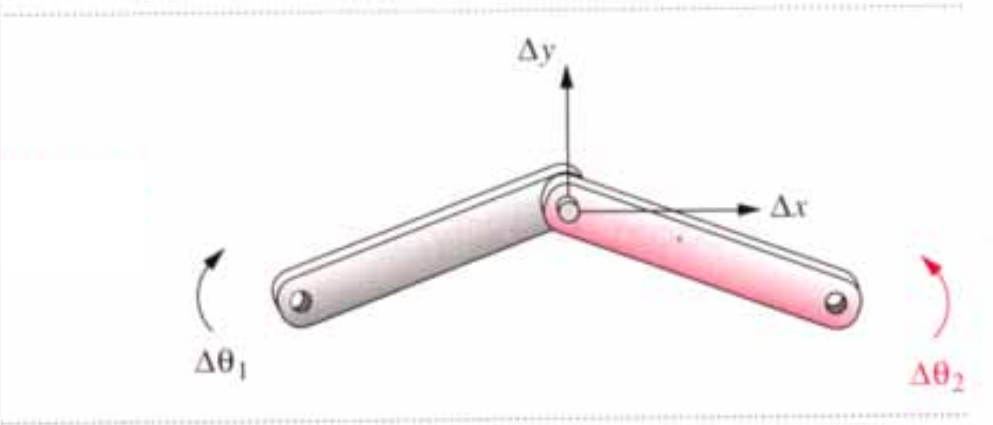
*DoF = 6*

**Adanya sambungan *(joint)* akan mengurangi jumlah DoF**



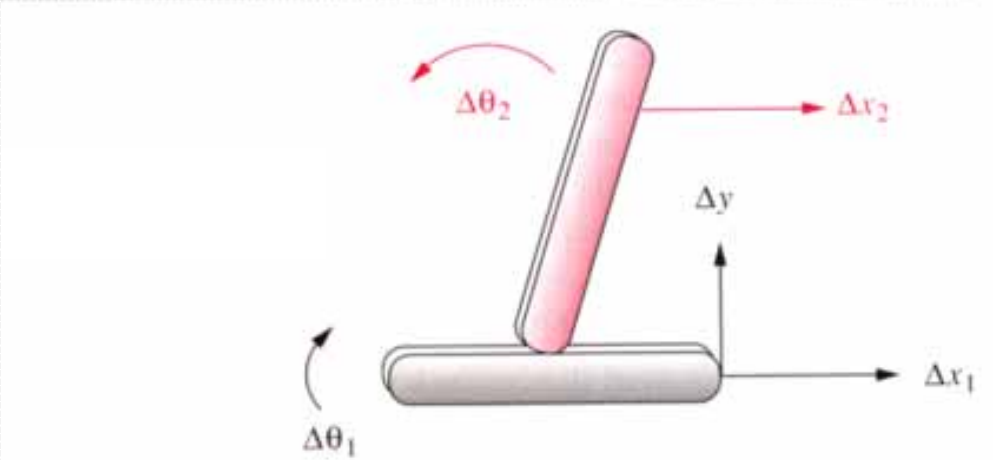

c) Dua *link* yang tersambung secara *full joint*

*DoF = 4*




d) Dua *link roll-slide* yang tersambung secara *half joint*

*DoF = 5*



# Menentukan Mobilitas

Persamaan Gruebler Kutzbach untuk menentukan jumlah DoF

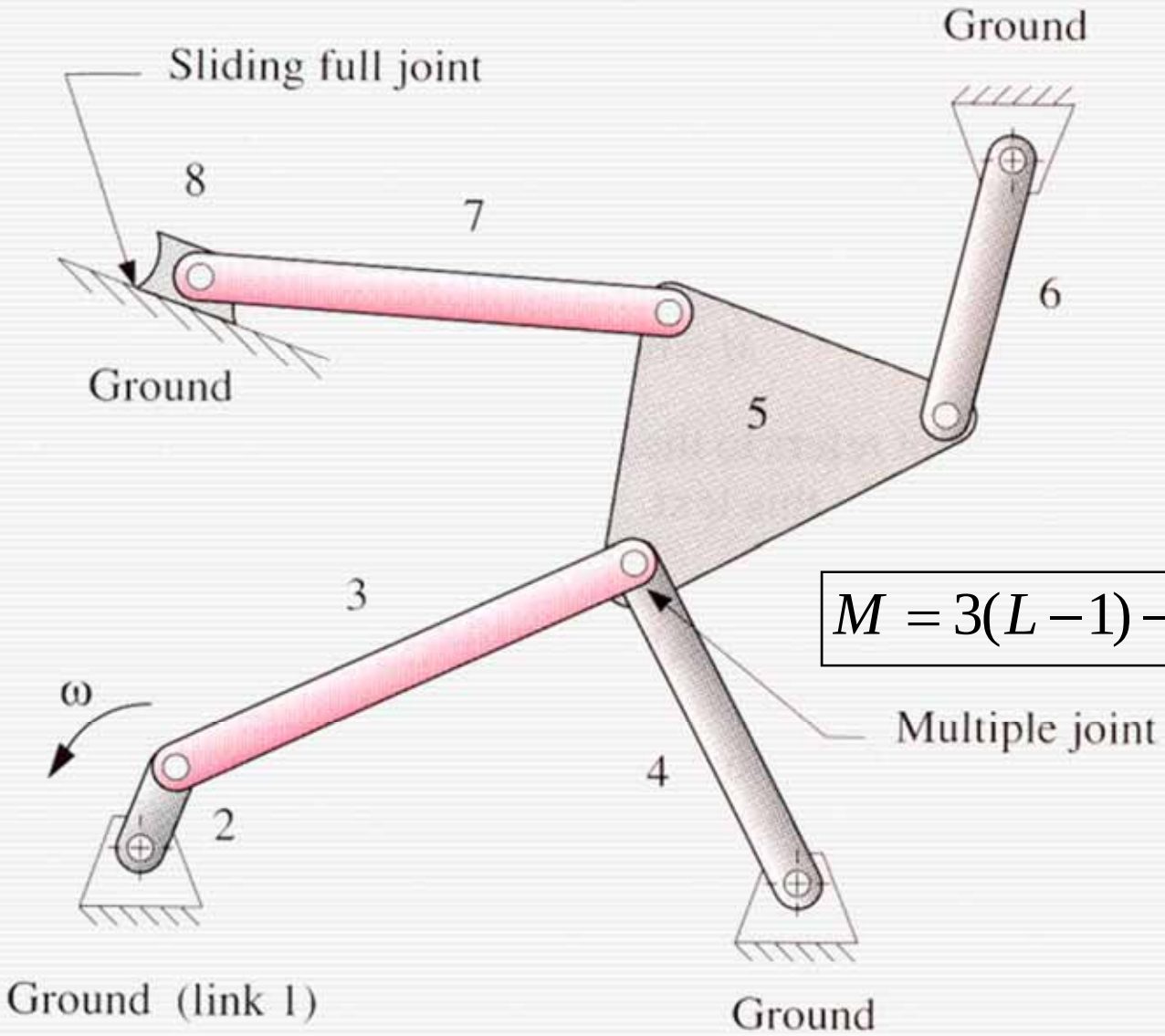
$$M = 3(L-1) - 2J_1 - J_2$$

di mana

*M = Mobilitas atau jumlah DoF*
*L = Jumlah link*
*$J_1$ = Jumlah sambungan dengan 1 DoF (full joint) → pin, sliding joint*
*J2 = Jumlah sambungan dengan 2 DoF (half joint) → cam, gear joint*

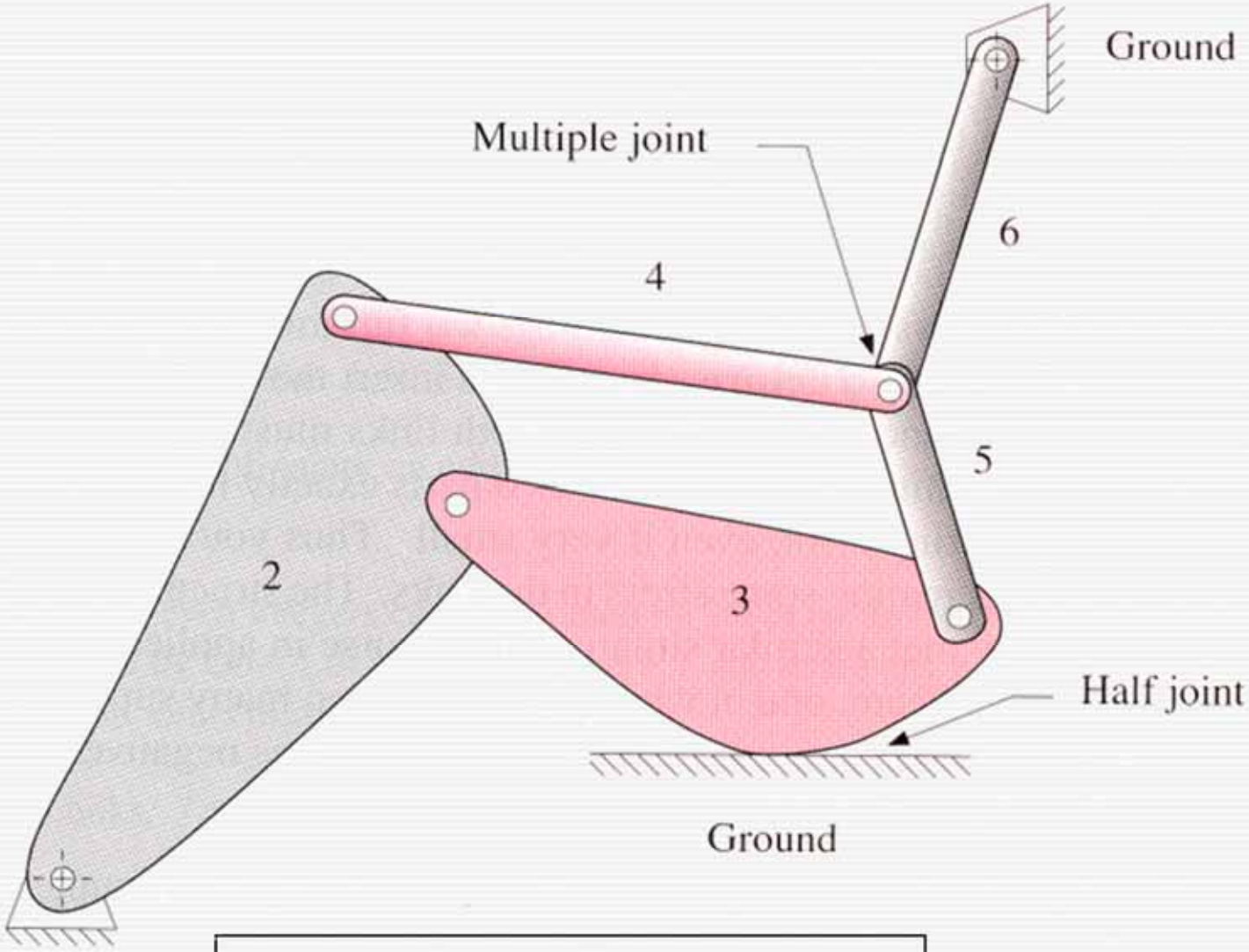
berlaku untuk <u>mekanisme pada bidang</u> *(planar mechanism)*

# Contoh-contoh perhitungan DoF




$$M = 3(L-1) - 2J_1 - J_2$$

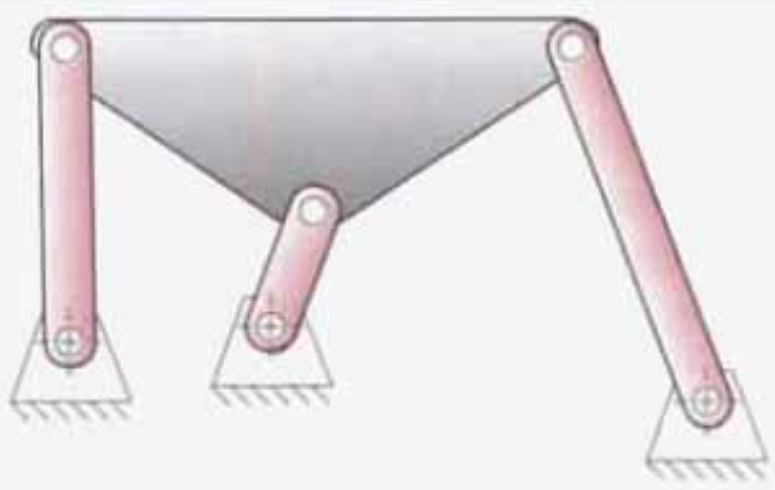
# Contoh-contoh perhitungan DoF




$$M = 3(L-1) - 2J_1 - J_2$$

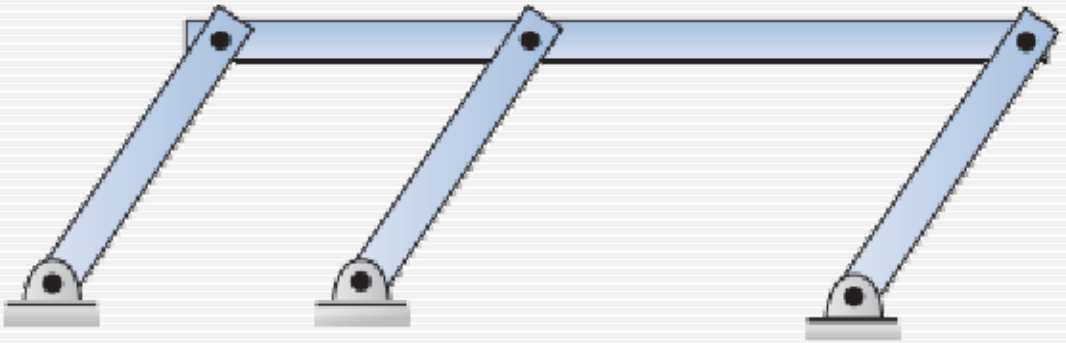
# Beberapa kasus khusus dalam persamaan Mobilitas

- **Paradox**



*DoF dengan Gruebler = 0*

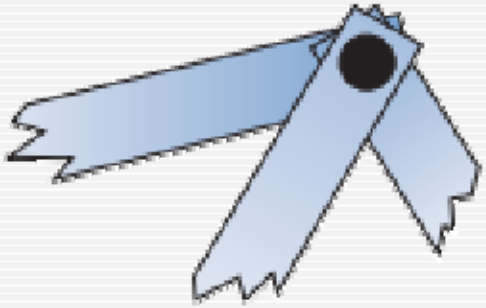
*DoF sebenarnya = 0*

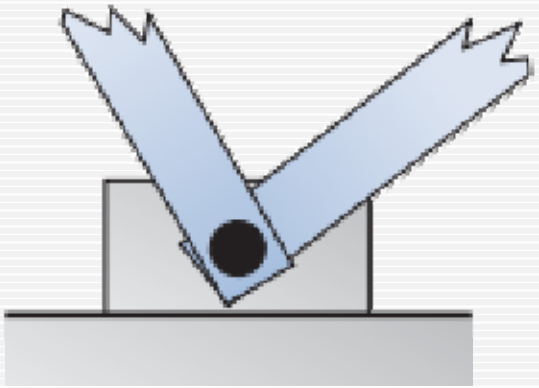


*DoF dengan Gruebler = 0*

*DoF sebenarnya = 1*

## ❖ Coincident Joints





*Secara fisik → 1 pin joint*

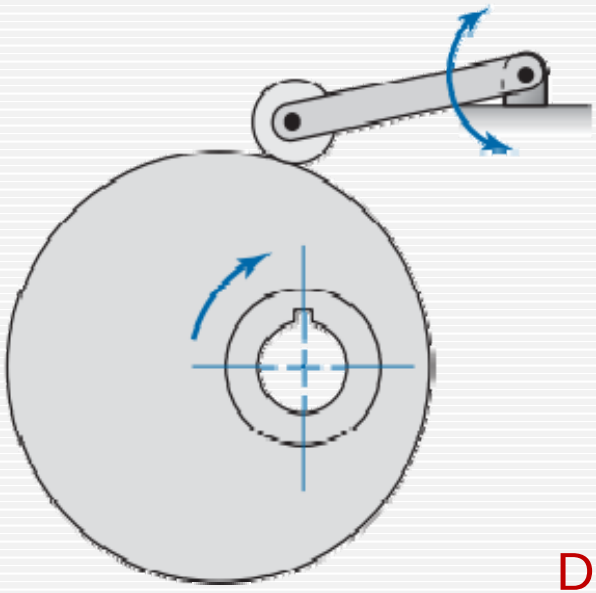
*Secara kinematis → 2 joint*

*karena 1 joint menghubungkan 2 link*

$$J_1 = 2$$

# ❖ Idle Degree of Freedom

*Cam-roller mechanism*



$$L = 4$$
$$J_1 = 3$$
$$J_2 = 1$$

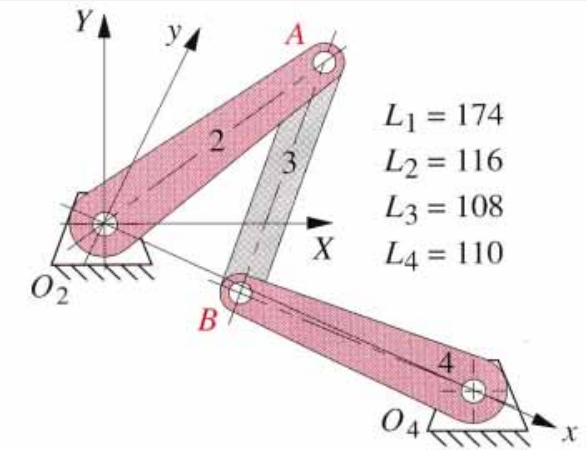
$$\boxed{\begin{aligned} M &= 3(L-1) - 2J_1 - J_2 \\ &= 3(4-1) - 2(3) - 1 \quad = 2 \end{aligned}}$$

DoF ada dua, gerak berayun dari *link* dan gerak berputar *roller*.

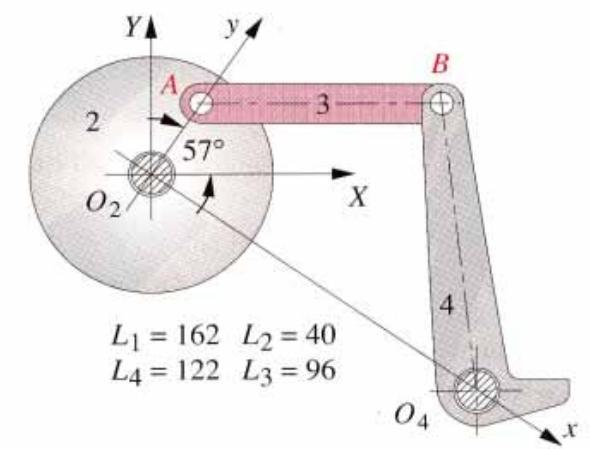
DOF dari *roller* “tidak diinginkan”, fungsinya untuk mencegah supaya *cam* tidak cepat aus akibat gesekan

# WUIZZ

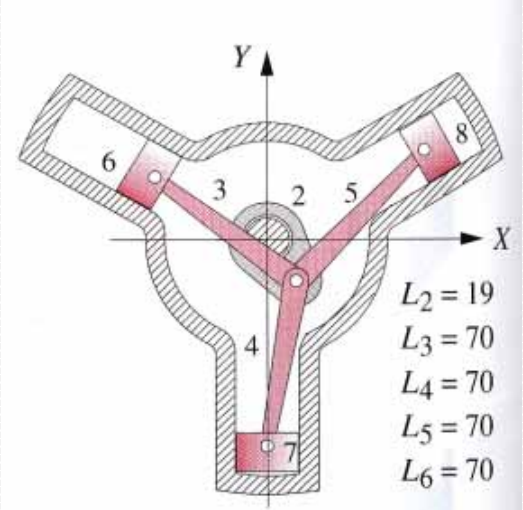
**Buat sket diagram kinematisnya dan tentukan Mobilitas masing-masing!**



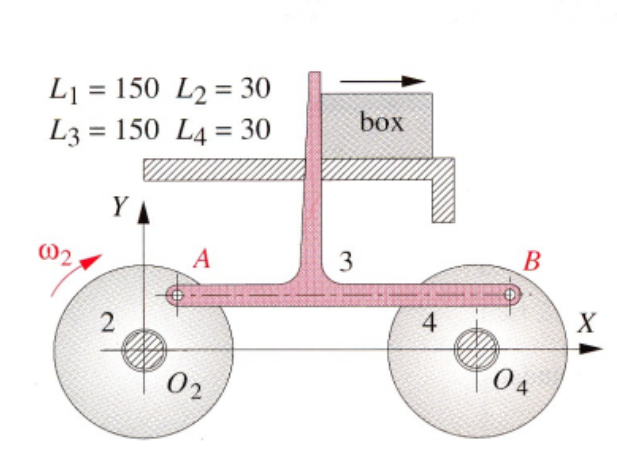

(a) Fourbar linkage



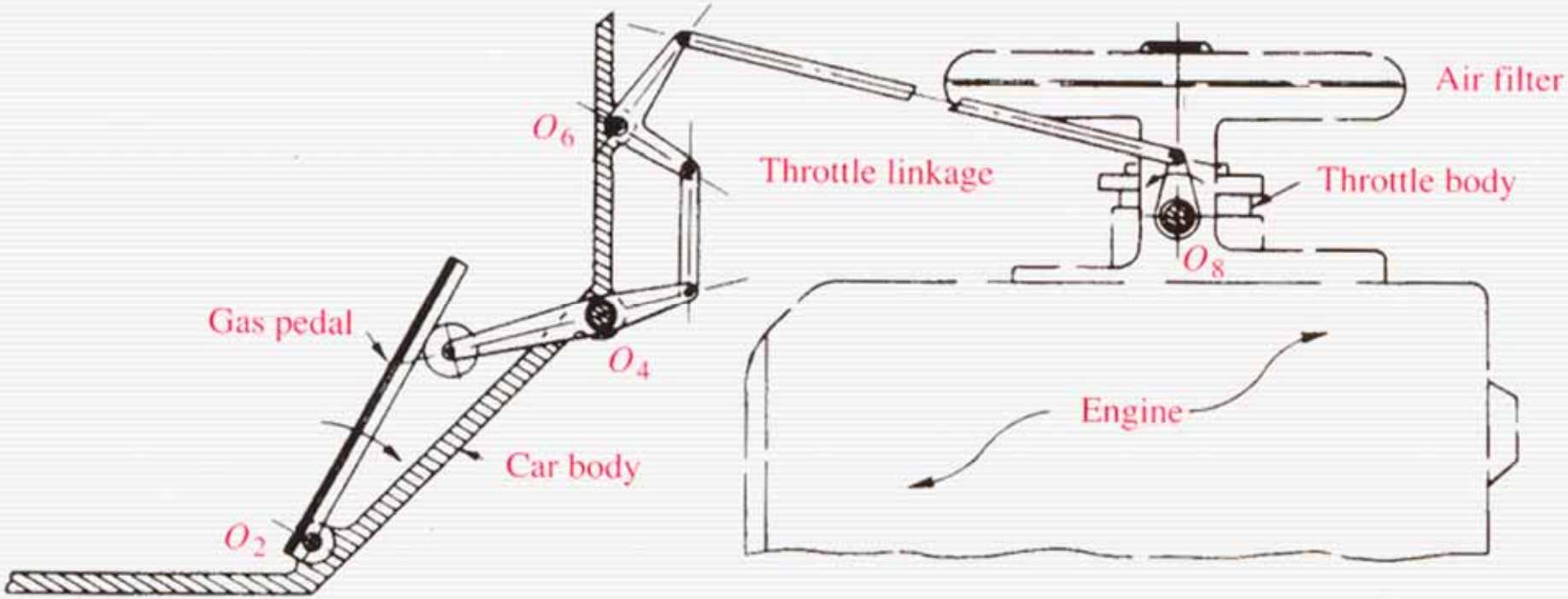

(b) Fourbar linkage




(c) Radial compressor



Dengan menentukan mobilitasnya, buktikan bahwa dengan hanya menekan pedal gas (→1 DoF), maka tujuan gerak (yaitu bukaan katup) dapat dicapai!




*Mekanisme pada pedal gas mobil*

# Penggerak dan Aktuator