

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

---

## Bab VI

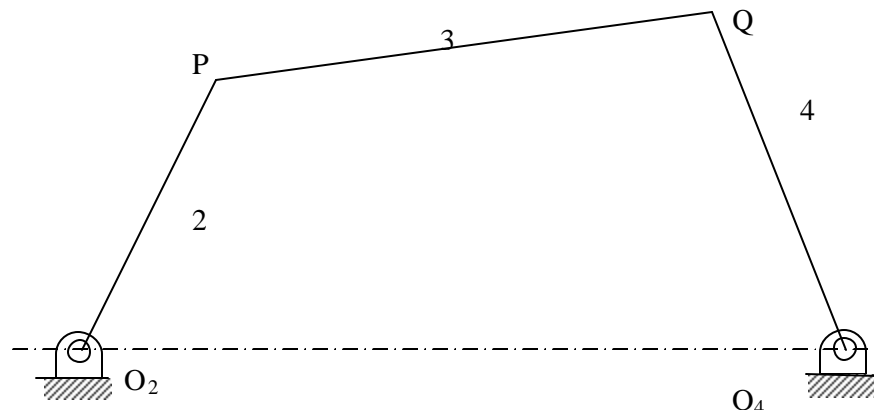
# MEKANISME KOMPLEK

### 6.1 Mekanisme sederhana dan Mekanisme kompleks

Suatu mekanisme dikatakan sederhana apabila untuk analisa kecepatan dan percepatannya dapat diselesaikan hanya dengan persamaan gerak relatif atau dengan kombinasi metode image.

Sebagai contoh persamaan gerak relatif  $V_Q = V_P + V_{PQ}$  dan  $A_Q = A_P + A_{PQ}$  dimana P dan Q adalah titik-titik yang memindahkan gerakan dan terletak pada satu link.

Persamaan gerak diatas dapat langsung diselesaikan apabila jari-jari lintasan dari titik P dan titik Q diketahui.



Gambar 6.1. Mekanisme sederhana

Pada gambar diatas disamping P dan Q adalah titik-titik yang mentransfer gerakan dan terletak pada satu link. Jari-jari lintasan titik P dan Q langsung dapat diketahui yaitu  $O_2P$  dan  $O_4Q$ , sedang pusat lintasannya adalah  $O_2$  dan  $O_4$ .

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

---

Analisa percepatan dari mekanisme tersebut dapat diselesaikan dengan

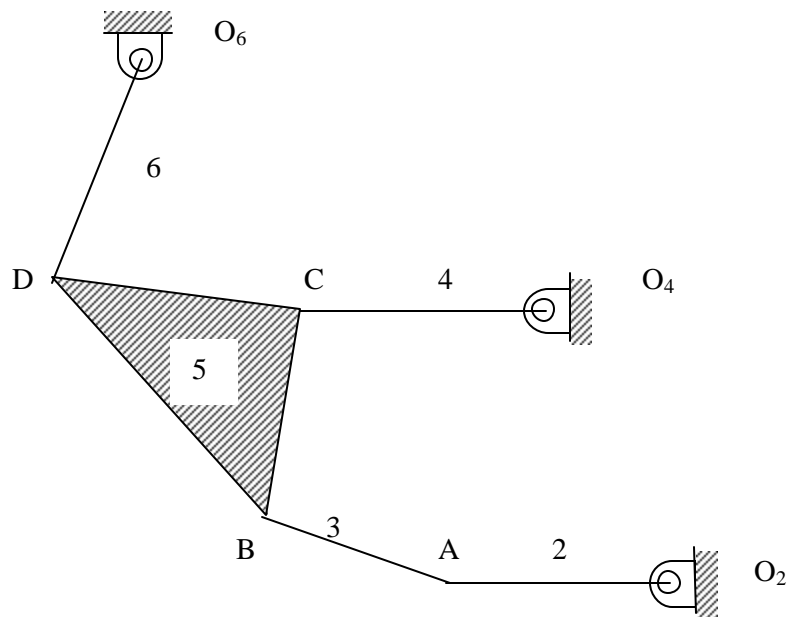
persamaan gerak relatif :  $A_Q = A_P + A_{PQ}$

Apabila salah satu jari-jari lintasannya tidak dapat ditentukan maka cara analisa diatas tidak dapat dipergunakan.

Mekanisme semacam ini dinamakan mekanisme kompleks dan analisisnya dengan cara khusus seperti yang akan kita bahas berikut.

Ciri-ciri dari mekanisme kompleks ialah adanya multipaired floating link yaitu suatu elemen yang merupakan pasangan kinematik (turning atau sliding) dengan paling sedikit tiga buah link yang bergerak dan tidak berhubungan dengan body (frame) diam.

## 6.2 Mekanisme kompleks derajat rendah dan derajat Tinggi



Gambar 6.2. Mekanisme kompleks yang terdiri dari 6 link.

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

---

Gerakan pada link 5 ditentukan oleh dua dari tiga link yang berhubungan dengannya, yaitu link 4 dan link 6, yang masing-masing jari-jari lintasannya sudah tertentu. Hanya satu jari-jari lintasan yang tidak diketahui yaitu jari-jari lintasan titik B.

Apabila input diberikan dari link 6 pada mekanisme diatas maka analisa kecepatan dan percepatannya dapat diselesaikan dengan persamaan gerak relatif.

## 6.3 Metode Titik Bantu

Metode ini banyak sekali dipergunakan untuk analisa mekanisme kompleks derajat rendah maupun derajat tinggi.

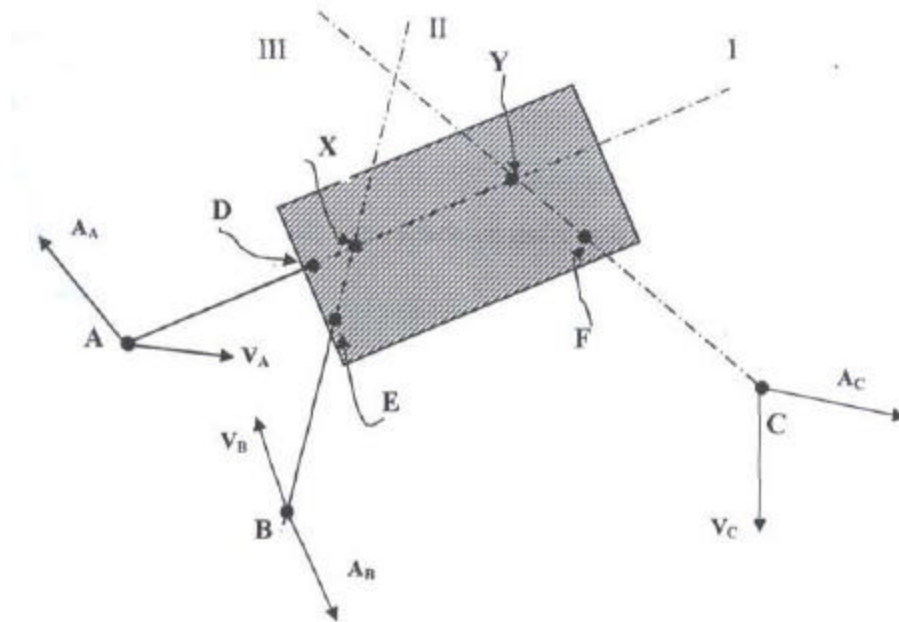
Untuk mempergunakan analisa dengan metode titik Bantu ini, pertama kali kita harus menentukan multipaired link yang menyebabkan mekanisme tersebut menjadi kompleks.

Kemudian kita tentukan titik bantu yang terletak pada floating link tersebut.

Titik Bantu tersebut didapatkan dari perpotongan garis-garis bantu yang dibuat pada floating link tersebut melalui titik-titik yang mentransfer gerakan yang terletak pada link lain, dimana komponen kecepatan dan percepatan titik bantu kearah garis-garis bantu yang dibuat, yang dapat ditentukan secara grafis.

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno



Gambar 6.3. Sebagian dari mekanisme kompleks

Gambar diatas adalah sebagian dari mekanisme kompleks, dimana kecepatan dan percepatannya titik-titik A, B dan C diketahui. Yang akan ditentukan adalah kecepatan dan percepatan titik-titik yang mentransfer gerakan D, E dan F. Langkah pertama kali adalah menarik garis bantu I, II dan III melalui titik-titik D, E dan F. garis Bantu I adalah perpanjangan link AD, garis Bantu II adalah perpanjangan link BE dan garis Bantu III adalah perpanjangan link CF. Ketiga garis Bantu ini berpotongan di titik-titik Bantu X dan Y, yang terletak pada floating link tersebut.

## KECEPATAN

Untuk menggambarkan diagram kecepatan dari suatu mekanisme harus ditentukan lebih dahulu titik O.

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

---

Kemudian melalui titik O ini ditarik garis-garis Bantu I, II dan III.

$V_A$ ,  $V_B$  dan  $V_C$  digambarkan melalui O.

Karena A dan D terletak pada satu rigid body maka komponen kecepatan A dan D kearah garis Bantu I adalah sama. Adapun titik-titik D, X dan Y terletak pada satu rigid body pula yaitu pada floating link. Jadi komponen kecepatan D, X dan Y kearah garis Bantu I sama pula.

$$(V_A)_I = (V_D)_I = (V_X)_I = (V_Y)_I = \omega - a_1$$

Tempat kedudukan titik-titik d, x dan y terletak pada garis m - garis Bantu I melalui  $a_1$ .

Untuk titik B dan E

$$(V_B)_{II} = (V_E)_{II} = (V_X)_{II} = \omega - b_1$$

Tempat kedudukan titik-titik  $e_1$  dan  $x_1$  terletak pada garis n - garis Bantu II melalui  $b_1$ .

Selanjutnya titik C dan F

$$(V_C)_{III} = (V_F)_{III} = (V_Y)_{III} = \omega - c_1$$

Tempat kedudukan titik-titik f dan y terletak pada garis p - garis Bantu III melalui  $c_1$ .

Titik x didapat dari perpotongan garis m dan n, dan titik y diperoleh dari perpotongan garis m dan p.

Setelah titik x dan y diketahui pada diagram, maka titik D, E dan F dapat dicari dengan metode image atau dapat juga ditentukan dengan persamaan gerak relatif.

Dimulai dengan menghitung kecepatan sudut floating link.

$$\omega = \frac{V_{XY}}{XY} = \frac{Y - X}{XY} \text{ arah } \omega$$

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

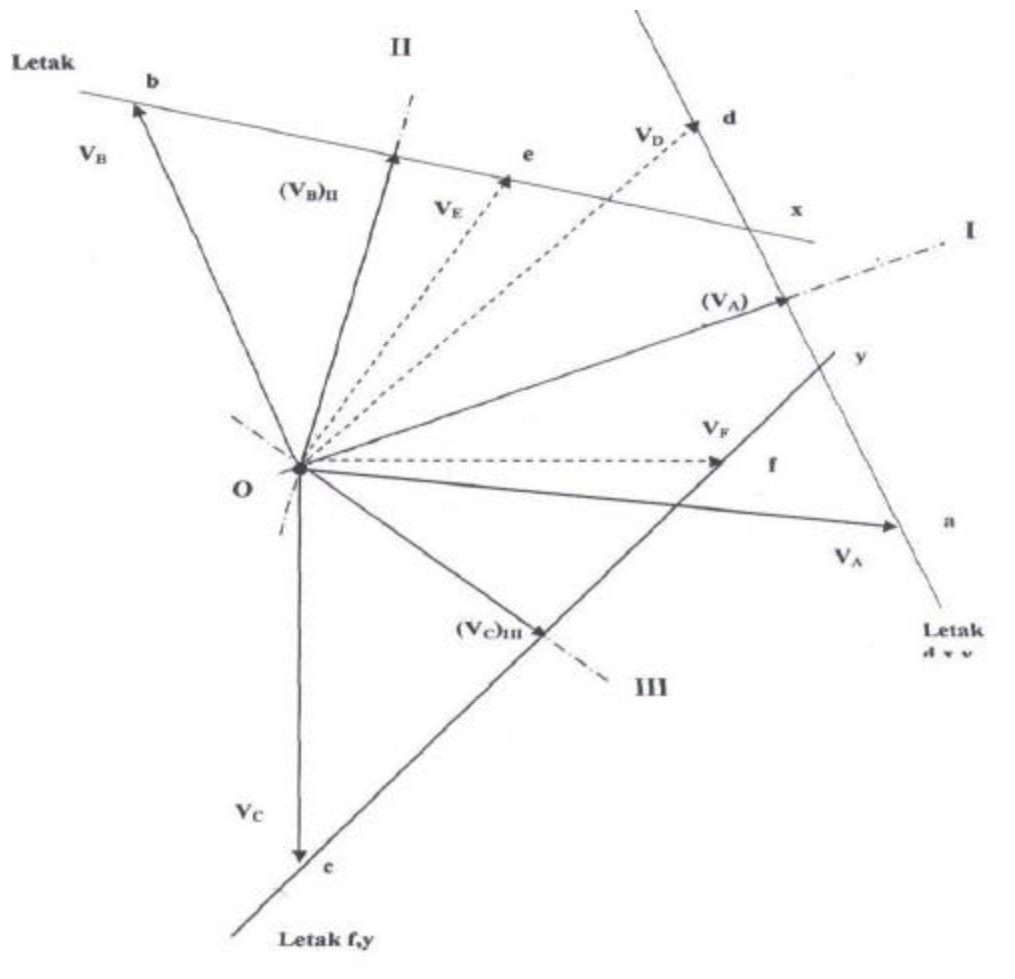
Kemudian  $V_D$ ,  $V_E$  dan  $V_F$  dicari sebagai berikut :

$$V_D = V_X + V_{DX}$$

$$V_E = V_X + V_{EX}$$

$$V_F = \dots = V_Y + \dots +$$

$V_{FY}$



Gambar 6.4. Diagram kecepatan

## PERCEPATAN

Pembuatan diagram percepatan dimulai dengan menarik garis Bantu I, II

dan III melalui titik O' .

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

---

Kemudian percepatan titik A, B dan C dibuat melalui titik O'.

$$A_A = o' - a', A_B = o' - b' \text{ dan } A_C = o' - c'$$

Komponen percepatan titik A kearah garis Bantu I yaitu :

$$(A_A)_I = o' - a_1$$

Titik A dan D terletak pada satu rigid body.

$$(A_D)_I = (A_A)_I + (A_{DA})_I$$

Sedangkan titik D, X dan Y terletak pada satu rigid body pula sehingga dalam hal ini berlaku :

$$(A_X)_I = (A_D)_I + (A_{XD})_I$$

$$(A_Y)_I = (A_X)_I + (A_{YX})_I \text{ dan}$$

Jadi :  $(A_Y)_I = (A_A)_I + (A_{DA})_I + (A_X)_I + (A_{YX})_I$

Harga-harga  $(A_{DA})_I$ ,  $(A_X)_I$  dan  $(A_{YX})_I$  dapat dihitung dari :

$$(A_{DA})_I = (A_{DA})_N = a_1 - d_I = \frac{V_{DA}^2}{AD}$$

$$(A_X)_I = (A_X)_N = d_I - x_I = \frac{V_{XD}^2}{DX}$$

$$(A_{YX})_I = (A_{YX})_N = x_I - y_I = \frac{V_{YX}^2}{XY}$$

Harga-harga  $V_{DA}$ ,  $V_{XD}$  dan  $V_{YX}$  didapat dari diagram kecepatan.

Tempat kedudukan (letak) titik d', x' dan y' terletak masing-masing pada garis tegak lurus garis Bantu I melalui titik d<sub>I</sub>, x<sub>I</sub> dan y<sub>I</sub>.

Dengan cara yang sama didapatkan :

$$(A_X)_{II} = (A_B)_{II} + (A_{EB})_{II} + (A_{XB})_{II}$$

dengan :

$$(A_B)_{II} = o' - b_{II} = \text{proyeksi } A_B \text{ kegaris Bantu II}$$

$$(A_{EB})_{II} = (A_{EB})_N = b_{II} - e_{II} = \frac{V_{EB}^2}{BE}$$

$$(A_{XE})_{II} = (A_{XE})_N = e_{II} - x_{II} = \frac{V_{XE}^2}{EX}$$

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

---

Harga-harga  $V_{EB}$  dan  $V_{xe}$  didapatkan dari diagram kecepatan.

Letak atau tempat kedudukan  $e'$  dan  $x'$  diperoleh dengan menarik garis-garis tegak lurus garis Bantu II melalui titik  $e_1$  dan  $x_1$ .

Percepatan titik Y pada garis Bantu III dapat diperoleh dengan cara yang sama seperti diatas :

$$(A_x)_{III} = (A_c)_{III} + (A_{FCB})_{III} + (A_{YF})_{III}$$

dengan :

$$(A_c)_{III} = o' - c_{III} = \text{proyeksi } A_c \text{ ke garis Bantu III}$$

$$(A_{FC})_{III} = (A_{EB})_N = c_{III} - f_{II} = \frac{V_{FC}^2}{CF}$$

$$(A_{YF})_{III} = (A_{XE})_n = f_{III} - y_{III} = \frac{V_{YF}^2}{FY}$$

Harga-harga  $V_{FC}$  dan  $V_{YF}$  didapatkan dari diagram kecepatan.

Letak atau tempat kedudukan  $f'$  dan  $y'$  diperoleh dengan menarik garis-garis tegak lurus garis Bantu III melalui titik  $f_1$  dan  $y_1$ .

Dari analisa diatas tampak bahwa titik  $x'$  diperoleh dengan memanfaatkan garis Bantu I dan II karena dari garis ini didapatkan dua tempat kedudukan titik  $x'$  dan  $y'$ .

Titik-titik  $d'$ ,  $e'$  dan  $f'$  pada diagram percepatan dapat dicari dengan metode image atau dengan persamaan gerak relatif sebagai berikut :

$$A_D = A_X + A_{DX}$$

$$A_D = A_A + A_{DA}$$

Dari dua persamaan diatas diperoleh  $A_D = o' - d'$

$$A_E = A_B + A_{EB}$$

$$A_E = A_X + A_{EX}$$

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

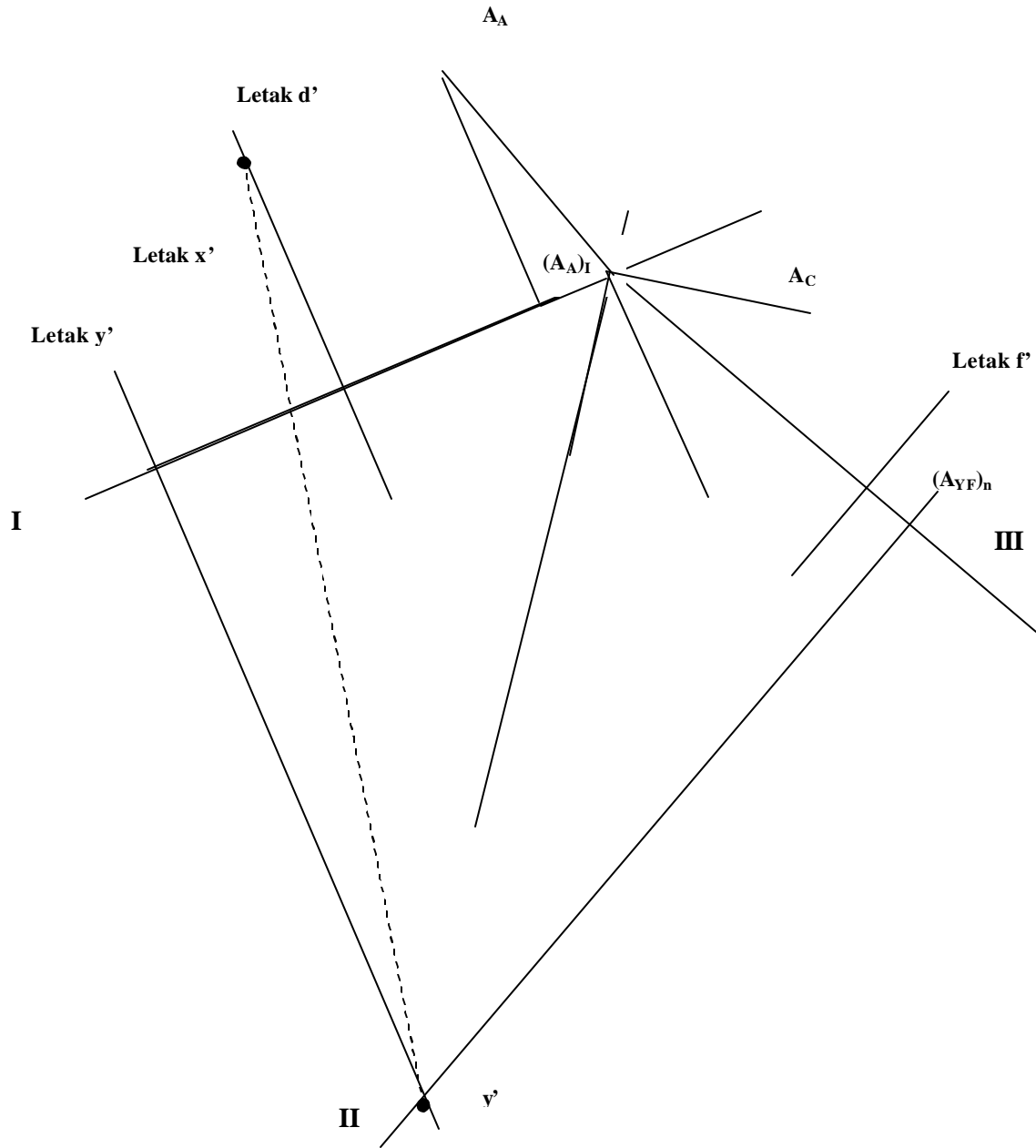
---

Dari dua persamaan diatas diperoleh  $A_E = o' - e'$

$$A_F = A_C + A_{FC}$$

$$A_F = A_Y + A_{FY}$$

Dari dua persamaan diatas diperoleh  $A_F = o' - f'$



Gambar 6.5. Diagram Percepatan

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

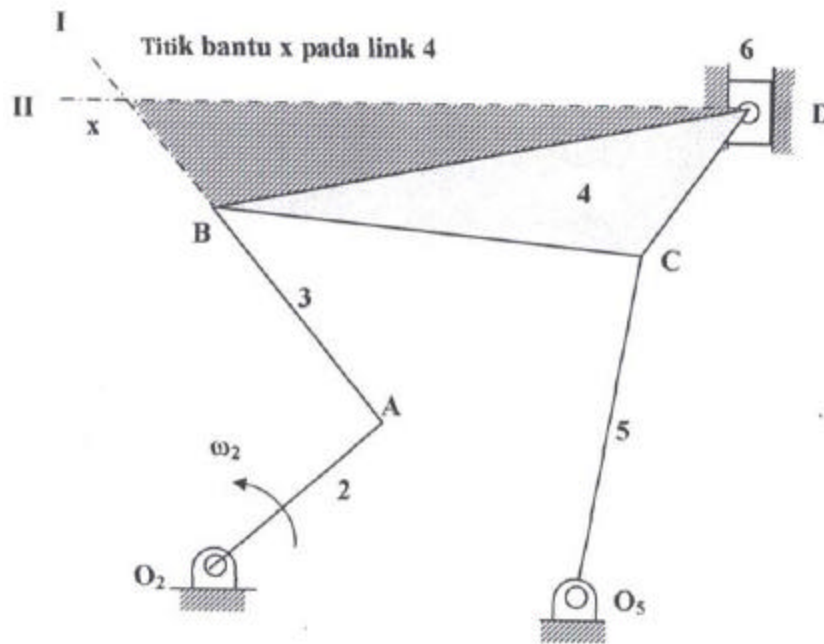
---

## Contoh Soal

Mekanisme Balok Jalan Watt

Link 2 dari mekanisme diketahui berputar dengan kecepatan  $\omega_2$  berlawanan arah jarum jam.

Gambarkan Diagram kecepatan dan percepatannya ?



### Penyelesaian :

Titik Bantu untuk analisa mekanisme ini akan ditentukan pada link 4, karena link 4 merupakan floating link (penghubung apung).

Garis Bantu I dibuat melalui titik B yang merupakan perpanjangan AB.

Garis Bantu II dibuat melalui D dan tegak lurus lintasan D.

Perpotongan garis Bantu I dan garis Bantu II diberi notasi x dimana x terletak pada link 4 sehingga link 4 terdiri dari titik-titik BCDX.



# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

## Percepatan :

Table diagram percepatan

No	Besaran	Percepatan Normal			Percepatan Tangensial		
		Harga	Arah	Vektor	Harga	Arah	Vektor
1	$A_A = o' - a'$	$w_2^2(O_2A)$	$A - O_2$	$o' - a_0$	0	-	$a_0 - a'$
2	$A_{BA} = a' - b'$	$w_3^2(AB)$	$B - A$	$a' - ba$	?	$\downarrow V_{BA}$	$ba - b'$
3	$A_{XB} = b' - x'$	$w_4^2(XB)$	$X - B$	$b' - xb$	?	$\downarrow V_{XB}$	$xb - x'$
4	$A_D = o' - d'$	0	-	$o' - d_0$	?	$\downarrow V_D$	$d_0 - d'$
5	$A_{XD} = d' - x'$	$w_4^2(XD)$	$X - D$	$d' - xd$	?	$\downarrow V_{XD}$	$xd - x'$
6	$A_C = o' - c'$	$w_5^2(O_5C)$	$C - O_5$	$o' - c_0$	?	$\downarrow V_C$	$c_0 - c'$
7	$A_{CX} = x' - c'$	$w_4^2(XC)$	$C - X$	$x' - cx$	?	$\downarrow V_{CX}$	$cx - c'$
8	$A_{DC} = c' - d'$	$w_4^2(CD)$	$D - C$	$c' - cd$	?	$\downarrow V_{DC}$	$cd - d'$
9	$A_{BC} = c' - b'$	$w_4^2(BC)$	$B - C$	$c' - cb$	?	$\downarrow V_{BC}$	$cb - b'$

Dari langkah no. 1 didapatkan titik a pada diagram percepatan.

Dari langkah no 2 sampai langkah no 5 diperoleh titik x.

Langkah 6 dan langkah 7 didapatkan titik c.

Titik d dari langkah no 4 dan langkah no 8.

Titik b dari langkah no 2 dan langkah no 9.



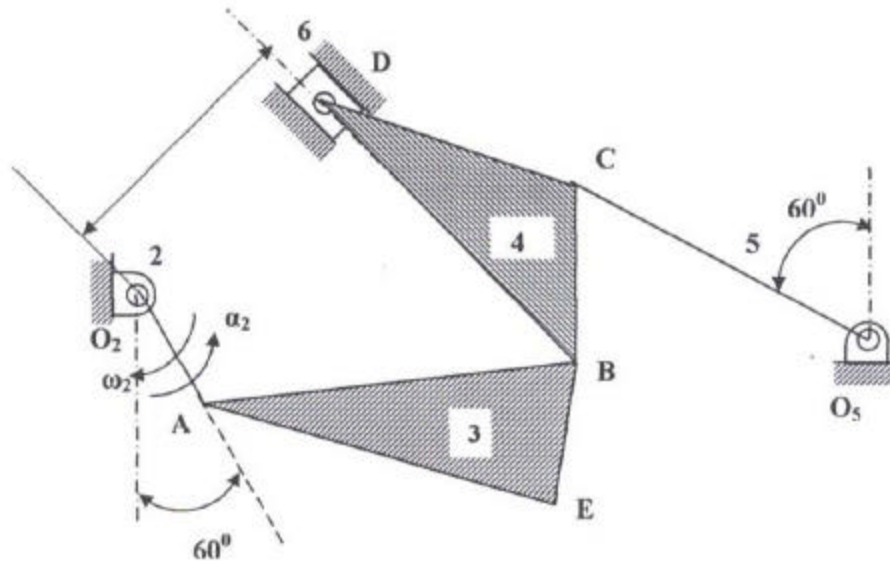
# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

## SOAL-SOAL :

1. Penghubung (link) 2 dari mekanisme dari gambar dibawah mempunyai kecepatan sudut  $\omega_2 = 50 \text{ rad/det}$  arahnya searah putaran jarum jam dan percepatan sudut  $\alpha_2 = 1000 \text{ rad/det}^2$  arahnya berlawanan putaran jarum jam.

Tentukan :  $\omega_3, \omega_4, \omega_5$  dan  $V_D$  serta  $a_3, a_4, a_5$  dan  $A_D$ .



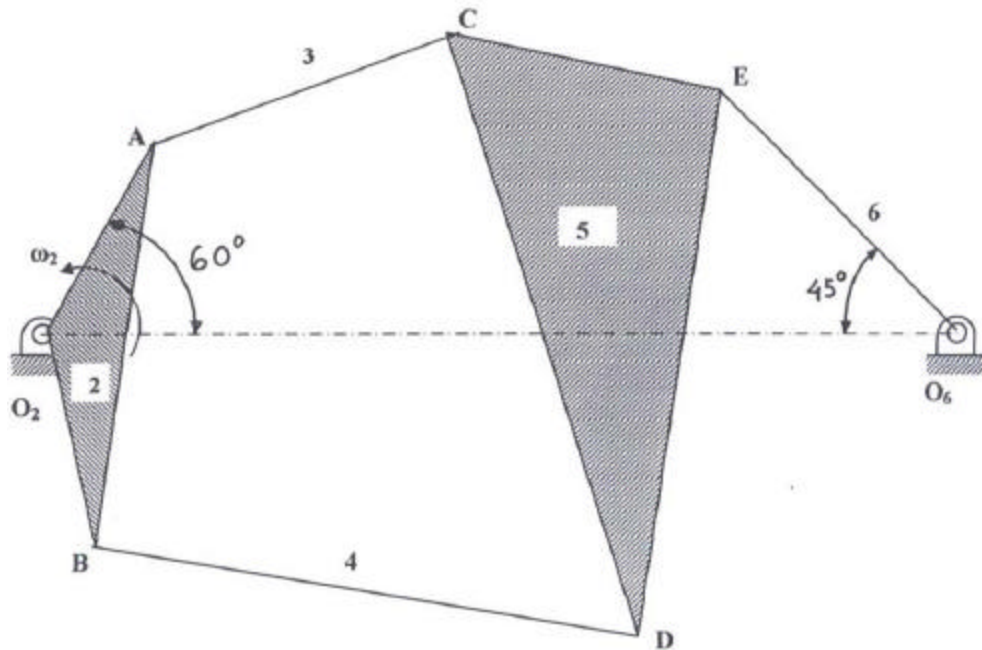
$O_2A = 4 \text{ cm}$	$BC = 6 \text{ cm}$
$AB = 11 \text{ cm}$	$CD = 8 \text{ cm}$
$AE = 11 \text{ cm}$	$O_5C = 10 \text{ cm}$
$BE = 4 \text{ cm}$	$\omega_2 = 50 \text{ rad/det}$ (CW)
$BD = 11 \text{ cm}$	$\alpha_2 = 1000 \text{ rad/det}^2$ (CCW)

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno

2. Penghubung (link) 2 dari mekanisme dari gambar dibawah mempunyai kecepatan sudut konstan  $\omega_2 = 50 \text{ rad/det}$  arahnya berlawanan putaran jarum jam.

Tentukan :  $\omega_6$  dan  $a_6$



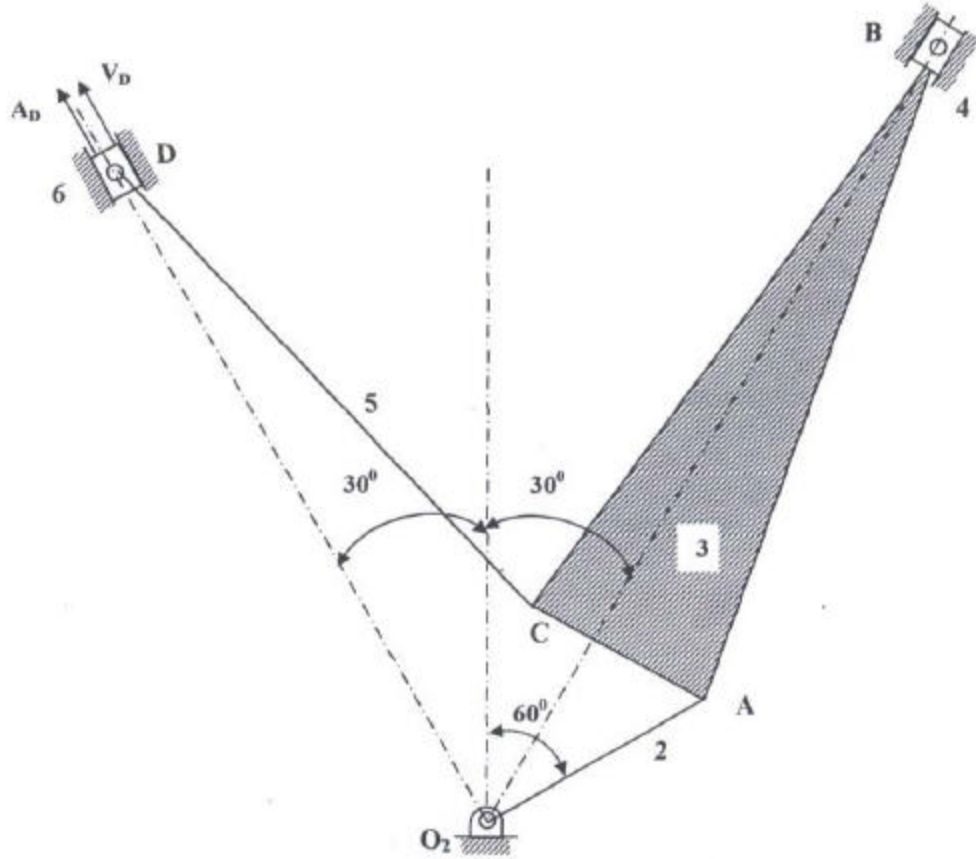
$O_2O_6 = 15 \text{ inchi}$
$O_5A = O_5B = 3.5 \text{ inchi}$
$O_6E = 5.5 \text{ inchi}$
$BD = ED = 9 \text{ inchi}$
$EC = 4.5 \text{ inchi}$
$DC = 10.5 \text{ inchi}$
Sudut $\angle O_2B = 135^\circ$
$\omega_2 = 50 \text{ rad/det (CCW)}$

3. Diketahui mekanisme seperti gambar dibawah dengan  $V_D = 60 \text{ cm/det}$  dan  $A_D = 0$ .

Tentukan :  $\omega_2, \omega_3, \omega_5$  dan  $V_B$  serta  $a_2, a_3, a_5$  dan  $A_B$ .

# Diktat Kinematika

Oleh : Ir. Erwin Sulityo - Ir. Endi Sutikno



$O_2A = 7.5 \text{ cm}$
$AB = BC = 21 \text{ cm}$
$AC = 6 \text{ cm}$
$CD = 18 \text{ cm}$
$V_D = 60 \text{ cm/det}$
$A_D = 0 \text{ cm/det}^2$