

# ANALISIS MEKANISME DAN GRAFIK KECEPATAN DAN PERCEPATAN DENGAN PENDEKATAN COMPUTER MENGGUNAKAN PENGOLAHAN ANGKA (*SPREADSHEET*) PADA MEKANISME KOMPRESOR

Syawaldi #

# Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau, Pekanbaru

e-mail: [syawaldi@eng.uir.ac.id](mailto:syawaldi@eng.uir.ac.id)

**Abstrak** - Penelitian ini adalah menjelaskan cara menggunakan mengolah data (*spreadsheet*) yang ada di program Microsoft excel. Pengolah data dapat dibuat dalam bahasa program Microsoft excel baik secara langsung (*Direct*) atau tidak langsung (*indirect*). Bahasa program dibuatkan ke dalam kotak (cell) yang didahului tanda sama dengan (=). Dimana data pengolahan data berupa mekanisme empat batang penghubung yang terdapat pada kompresor terdiri dari diameter poros engkol ( $L_2$ ) 1.5 in, panjang batang penghubung ( $L_3$ ) 2 in dan putaran poros engkol ( $n$ ) 1750 rpm . Dari hasil analisa di dapatkan hasil dalam bentuk tabel dan grafik, yaitu grafik perpindahan gerakan, kecepatan dan percepatan.

*Kata Kunci* : Mekanisme batang penghubung, Panjang batang, putaran

---

## 1. PENDAHULUAN

Suatu mekanisme atau rangkaian batang penghubung (link) merupakan suatu rantai kinematis terbatas (*constrained kinematic chain*). Jika suatu batang penghubung ditahan tetap, torak dan batang penghubung masing-masing mempunyai posisi tertentu untuk setiap posisi dari engkol. Maka rangkaian ini merupakan rantai kinematis yang disebut dengan suatu mekanisme (David, 2012).

Perancangan mekanisme (*design mechanism*) suatu mesin adalah suatu yang sangat perlu dilakukan. Salah satu bagian yang di lakukan adalah pergerakan dari mekanisme. Pergerakan mekanisme akan menghasilkan kecepatan dan percepatan setiap komponen-komponen yang terdapat pada mesin. Kecepatan dan percepatan yang dihasilkan akan menghasilkan suatu tenaga pada mekanisme. Dalam mesin itu komponen-komponen satu sama lainnya ada yang bergerak dan diam untuk mengubah atau meindahkan energy. Pada motor bensin, tiap torak batang penggerak dan poros engkol, bekerja sebagai mesin untuk memindahkan energi.

Beberapa analisa tentang kecepatan dan percepatan dalam suatu system rangkaian batang penghubung, banyak dilakukan dengan metoda pusat sesaat dan metoda komponen serta menggunakan metoda yang menggunakan konsep kecepatan/percepatan relative. Analisa yang dibuat pada umumnya dibuat secara manual, sehingga untuk melakukan analisis secara grafis membutuhkan waktu yang lama dan beberapa perangkat.

Salah satu untuk mengatasi dan mempercepat analisis, Teknik analisis mekanisme dan grafik dapat dibuat dengan bantuan komputer yaitu memakai pengolahan data (*spread sheet*). Metoda ini dapat di jelaskan pada penelitian ini. Hal ini dikarenakan bahwa solusi analitik yang lebih akurat diperlukan untuk beberapa posisi mekanisme, menentukan perhitungan dapat menjadi sulit. Dalam situasi ini, maka penggunaan solusi dengan komputer sangat sesuai.

## TINJAUAN PUSTAKA

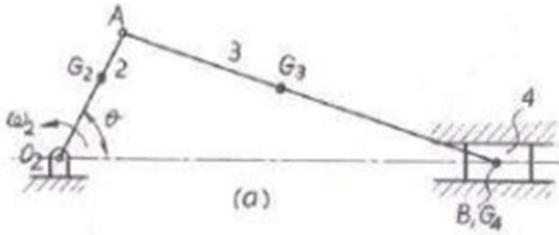
### 1.1. Program Excel

Program Excel adalah lembar pengolah angka (*spreadsheet*) yang sangat populer untuk aplikasi-aplikasi di bidang sains, rekayasa, dan teknik karena fasilitas-falitasnya yang begitu kaya dan berlaku secara universal. Program excel merupakan sebuah aplikasi pengolah angka yang lengkap yang mampu mempercepat serta memudahkan menganalisis, mengatur, menginterpretasikan maupun memaparkan data-data (Martin, 1985).

Analisa mekanisme tentang pergerakan berupa kecepatan dan percepatan membutuhkan kemampuan dalam berimajinasi, pemahaman, penalaran dan perhitungan. Semuanya saling terkait satu sama lainnya. Maka excel salah satunya program yang mudah didapat dalam *micrsoft office* yang dapat melakukan perhitungan dan alisis terhadap data-data.

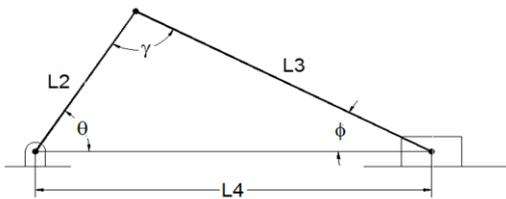
**1.2. Mekanisme Engkol Peluncur**

Pada gambar 1, memperlihatkan sebuah mekanisme engkol peluncur dengan empat batang penghubung. Mekanisme ini merupakan suatu sistem rangkaian dari empat batang penghubung, dimana yang sangat luas pemakaiannya dalam suatu rancangan mesin. Seperti pada mesin mobil, mesin kompresor,



Gambar 1. Diagram Mekanisme [1]

Pemakaian atau penerapan mekanisme adalah pada umumnya pada kinerja motor bakar bensin atau solar. Pada motor bakar mekanisme ini yang terdiri dari piston batang 3 yang fungsinya sebagai menghisap dan menekan bahan bakar kedalam selinder. Prosesnya adalah mendapatkan temperature tinggi pada gas bahan bakar yang menghasilkan putaran dan tenaga pembangkit/penggerak yang diperlukan. Sistem rangkaian terdiri dari batang 2 sebagai poros engkol, batang 3 penghubung antara piston dan poros engkol (*Crankshaft*).



Gambar 2. Rancangan Mekanisme

Berdasarkan mekanisme engkol peluncur pada gambar 2, untuk menganalisa posisi batang  $L_2$ ,  $L_3$  dan sudut engkol ( $\theta$ ) dapat dibuat persamaan sebagai berikut [1].

$$\phi = \sin^{-1} \left[ \frac{L_2}{L_3} \sin \theta \right] \dots \dots \dots (1)$$

Sudut ( $\gamma$ ) pergerakan batang 2 dan batang 3 adalah :  
 $\gamma = 180^\circ - (\theta + \phi) \dots \dots \dots (2)$

Panjang posisi linear ( $L_4$ ), pada mekanisme dapat ditentukan dengan persamaan:

$$L_4 = \sqrt{L_2^2 + L_3^2 - 2(L_2)(L_3) \cos \gamma} \dots \dots (3)$$

Perpindahan gerakan ( $\Delta R_c$ ), (David, 2012)

$$\Delta R_c = (L_2 + L_3) - L_4 \dots \dots \dots (4)$$

Konversi nilai sudut,  $\Delta \theta$  (rev) :

$$\Delta \theta = \text{Sudut (1 rev/360}^\circ) \dots \dots \dots (5)$$

Waktu pergerakan sudut dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\Delta t = (\Delta \theta / \omega) \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :  
 $\omega$  = Putaran (rpm)

$$\text{Kecepatan} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta R_c}{\Delta t} = \frac{Y_3 - Y_1}{X_3 - X_1} \dots \dots \dots (7)$$

Persamaan Percepatan :

$$\text{Percepatan} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{Y_3 - Y_2}{X_3 - X_1} \dots \dots \dots (8)$$

**2. METODOLOGI**

Hasil dari analisa menggunakan computer berupa pengolah data (*spreadsheet*) menggunakan program microsoft excel pada mekanisme empat batang penghubung.

**2.1. Persamaan excel**

Data-data terlebih dahulu dimasukan kedalam sel, dimana :

- $\theta$  = di sel B5
- $\sin \theta$  = di sel C5
- $L_2$  = di sel Q5
- $L_3$  = di sel Q6
- $L_2^2$  = di sel Q8
- $L_3^2$  = di sel Q9
- rpm = di sel Q11

Data yang ada di dalam sel dapat dibuat dalam bahasa program Microsoft excel, sebelum membuat persamaan didahului tanda sama dengan (=). Dimana persamaan ini dimasukan kedalam sel :

1. Pada sel C5 diketik persamaan menentukan sudut  $\sin \theta$ ;  
 =  $\sin(B5 * \pi() / 180)$
2. Pada sel D5, persamaan dari  $((L_2 / L_3) \cdot \sin(\theta))$   
 =  $(Q5 / Q6) * C5$
3. Pada sel E5, menentukan sudut ( $\phi$ )  
 =  $\text{asin}(D5) * 180 / \pi()$
4. Pada sel F5, menentukan sudut ( $\gamma$ )  
 =  $180 - (b5 + e5)$
5. Pada sel Q8 diketik  
 6. =  $Q5^2$
7. Pada sel Q9 diketik  
 =  $Q6^2$
8. Pada sel G5:  
 =  $\cos(F5 * \pi() / 180)$
9. Pada sel H5 ditulis :

10.  $= \text{sqrt}(Q8+Q9-2*Q5*Q6*G5)$
11. Pada sel I5 dikrtik :  
 $= Q10-H5$
12. Pada J5, diketik :  
 $= B5*(1/360)$
13. Pada K5, diketik :  
 $= (J5/Q11)*60$
14. Pada sel I6  
 $= (I7-I5)/(K7-K5)$
15. Pada sel M5, diketik :  
 $= (((L6-L5)/(K6-K5))/\$Q\$12)$

Tabel.1. Data perencanaan dalam Microsoft excel

	O	P	Q	R	S
5	L2	=	0.75 in		
6	L3	=	2 in		
7	L2/L3	=	0.375 in		
8	L2 <sup>2</sup>	=	0.5625 in		
9	L3 <sup>2</sup>	=	4 in		
10	L2+L3	=	2.75 in		
11	Putaran	=	1750 rpm		
12	pengalihan	=	0.001 dengan waktu		

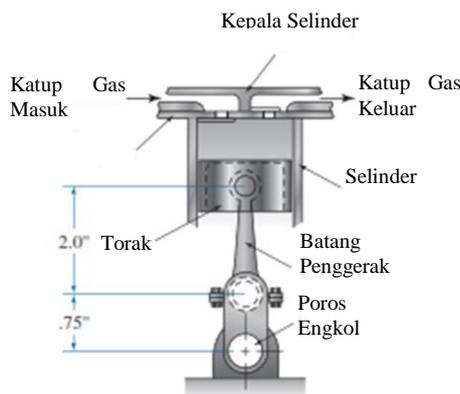
## 2.2. Data Analisa

Data dari mekanisme kompresor batang penghung seperti ditunjukkan pada gambar 3 dan 4 diagram kinematika adalah sebagai berikut :

$L_2 =$  Batang poros engkol (in)  
 $= 0.75$  in

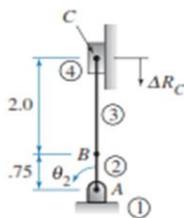
$L_3 =$  Batang Penghubung (in)  
 $= 2$  in

$\omega =$  Putaran poros engkol (rpm)  
 $= 1750$  rpm



Gambar 4. Mekanisme Kompresor (David,2012)

Mekanisme kompresor pada gambar 4 menunjukkan terdiri dari beberapa bagian seperti kepala selinder, tempat gas masuk dan keluar, batang penghung, poros engkol, piston



Gambar 5. Diagram Kinematika (David, 2012)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa pengolahan data (spreadsheet) dari persamaan dapat ditampilkan dalam table.1 dan Tabel.2. dan tabel 3

Tabel.2. Hasil analisa spreadsheet dengan program Microsoft Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
3									
4	No	$\theta$	$\sin\theta$	$L2/L3.\sin\theta$	$\phi$	$\gamma$	$\cos\gamma$	L4	$\Delta Rc$
5	1	0	0.0	0.0	0	180	-1.0	2.8	0.00
6	2	30	0.5	0.2	11	139	-0.8	2.6	0.14
7	3	60	0.9	0.3	19	101	-0.2	2.3	0.48
8	4	90	1.0	0.4	22	68	0.4	1.9	0.90
9	5	120	0.9	0.3	19	41	0.8	1.5	1.23
10	6	150	0.5	0.2	11	19	0.9	1.3	1.43
11	7	180	0.0	0.0	0	0	1.0	1.3	1.50
12	8	210	-0.5	-0.2	-11	-19	0.9	1.3	1.43
13	9	240	-0.9	-0.3	-19	-41	0.8	1.5	1.23
14	10	270	-1.0	-0.4	-22	-68	0.4	1.9	0.90
15	11	300	-0.9	-0.3	-19	-101	-0.2	2.3	0.48
16	12	330	-0.5	-0.2	-11	-139	-0.8	2.6	0.14
17	13	360	0.0	0.0	0	-180	-1.0	2.8	0.00

Pada tabel.1. terlihat data-data hasil perhitungan yang terdapat di sel-sel pada tampilan Microsoft excel. Pada sisi dari atas kebawah disebut kolom ( 1,2,3..dst) dan dari kiri kekanan disebut row (A, B, C dst). Pertemuan kolom dan row disebut dengan sel.

Tabel.3. Lanjutan dari Hasil analisa spreadsheet dengan program Microsoft Excel.

	H	I	J	K	L	M
3						
4	L4	$\Delta Rc$	$\Delta\theta$ (rev)	$\Delta t$ (s)	V(in/s)	a(in/s <sup>2</sup> )
5	2.8	0.000	0.0	0.00	0.0	29.61
6	2.6	0.136	0.1	2.86	0.085	23.27
7	2.3	0.483	0.2	5.71	0.133	8.16
8	1.9	0.896	0.3	8.57	0.131	-6.77
9	1.5	1.233	0.3	11.43	0.094	-14.80
10	1.3	1.435	0.4	14.29	0.047	-16.51
11	1.3	1.500	0.5	17.14	0.000	-16.33
12	1.3	1.435	0.6	20.00	-0.047	-16.51
13	1.5	1.233	0.7	22.86	-0.094	-14.80
14	1.9	0.896	0.8	25.71	-0.131	-6.77
15	2.3	0.483	0.8	28.57	-0.133	8.16
16	2.6	0.136	0.9	31.43	-0.085	23.27
17	2.8	0.000	1.0	34.29	0.000	29.61

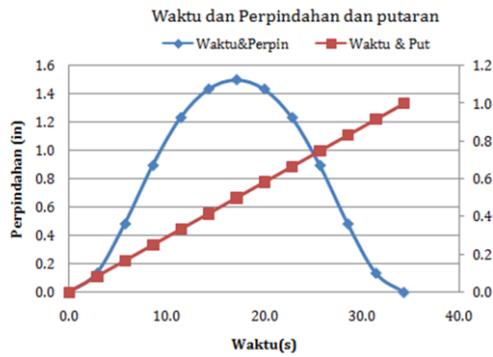
Dari hasil pengolahan analisa data pada tabel 1 dan 2, dapat di tampilan dalam bentuk Grafik.

## UCAPAN TERIMAKASIH

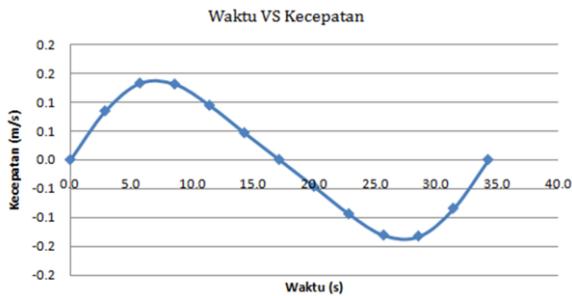
Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian ini sampai selesai hingga publikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

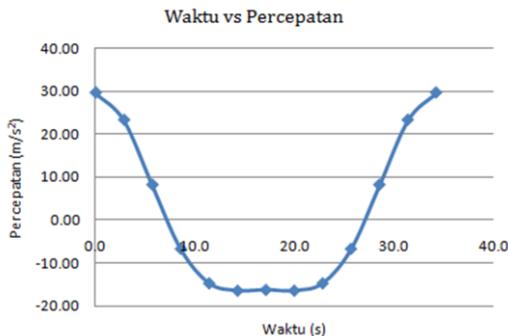
1. David H. Myszka, 2012, "Machines & Mechanisms Applied Kinematic Analysis", Pearson Education, Inc., Publishing as Prentice Hall.
2. Martin, G.H., 1985, "Kinematik dan Dinamika Teknik, Erlangga Edisi II, Jakarta.
3. S.C. Bloch., © 2007, "Excel for Engineers and Scientists", Jhon Wiley & Sons, Inc.
4. Holowenko, A.R., 1992, "Dinamika Permesinan", Erlangga Jakarta.
5. <https://www.engineerexcel.com/calculate-derivatives-in-excel-from-tables-of-data/>



Gambar.5. Hubungan Waktu dan perpindahan piston, dan putaran poros engkol



Gambar.6. Hubungan Waktu dan Kecepatan



Gambar .7. Hubungan Waktu dan Percepatan

## KESIMPULAN

Dari hasil analisa mekanisme (*Mechanism*) dan grafik kecepatan dan percepatan dengan pendekatan computer menggunakan pengolahan angka (*spreadsheet*) dapat disimpulkan.

1. Dapat mempermudah pengolahan data yang rumit pada mekanisme menjadi lebih teliti dibandingkan menggunakan perhitungan manual.
2. Data yang dihasilkan dalam bentuk tabel dan grafik.
3. Data dapat disimpan untuk digunakan pada penelitian selanjutnya.