



Jurnal Artikel

Analisis Simulasi Kinematik Mesin Gergaji Dengan Metode Bilangan Kompleks

Rizky Arman^{1*}, Yovial Mahyoedin¹

¹Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

*Email: risky.arm@gmail.com

Artikel Info - : Received : 2 Aug 2020; Revised : 28 Aug 2020; Accepted: 31 Aug 2020

Abstrak

Kinematika dan dinamika mesin melibatkan desain mesin atas dasar kebutuhan gerak mereka. Kombinasi bagian yang saling berhubungan memiliki gerakan yang pasti dan mampu melakukan pekerjaan yang berguna dapat disebut mesin. Mekanisme adalah komponen dari mesin yang terdiri dari dua atau lebih badan diatur sedemikian rupa sehingga gerakan satu memaksa gerakan yang lain. Desain kereta listrik otomotif (sejenis mesin) sangat ditentukan oleh beberapa mekanisme, termasuk hubungan slider-engkol, cam dan follower hubungan, dan kereta gigi. Banyak mekanisme yang melibatkan gerak planar, gerak dalam satu pesawat atau di aset bidang sejajar. Kasus yang lebih umum, gerak spasial, berlaku untuk mekanisme di mana gerakan harus dijelaskan dalam tiga dimensi. Analisis kinematika dilakukan di bawah grafis pada umumnya, seperti metode poligon yang menangkap mekanisme dalam satu saat. Cara alternatif lain untuk masalah ini adalah melibatkan metode matematika. Solusi ini memberikan cara yang akurat dan tercepat karena didukung oleh teknologi komputer. Tujuan dari proyek ini adalah untuk menentukan rumus untuk posisi, kecepatan, dan pernyataan percepatan mesin gergaji dengan menggunakan Matlab.

Kata kunci: mekanisme, gerak (posisi, kecepatan dan percepatan), metode poligon

Abstract

Kinematics and dynamics of machinery involve the design of machines on the basis of their motion requirements. A combination of interrelated parts having definite motions and capable of performing useful work may be called a machine. A mechanism is a component of a machine consisting of two or more bodies arranged so that the motion of one compels the motion of the others. The design of an automotive power train (a type of machine) is concerned with several mechanism, including slider-crank linkages, cam and follower linkages, and gear trains. Many mechanisms undergo planar motion, motion in a single plane or in asset of parallel planes. The more general case, spatial motion, applies to mechanism in which the motion must be described in three dimensions. Kinematics analysis is done under graphically in general, such as polygon method which capture the mechanism in one moment. Another way to alternate this problem is involve any mathematical method. This solution gave the accurate and fastest way because supported by computer technology. The aim of this project is to determine the formula for position, velocity, and acceleration statement of the sawing machine by using Matlab.

Keywords: mechanism, motion (position, velocity and acceleration), polygon method

1. PENDAHULUAN

Analisis kinematik pada umumnya dilakukan dengan cara grafis, antara lain dengan metoda polygon, yaitu dengan melihat mekanisme tersebut dalam sesaat.

Oleh sebab karena penggambaran secara visual akan lebih mudah dimengerti. Akan tetapi pemakaian metoda ini sangat terbatas dan tidak dapat digunakan untuk menganalisa dengan cepat dan teliti pada berbagai kedudukan atau posisi.

Untuk mengatasi keterbatasan metoda grafis ini, maka dicari alternatif lain untuk memecahkan analisis kinematik ini dengan metoda matematis. Penyelesaian matematis lebih cepat dan teliti dibandingkan dengan secara grafis, apalagi dengan telah berkembangnya teknologi komputer saat ini.

Tulisan tentang mekanisme mesin gergaji ini memiliki tujuan untuk menentukan rumusan pernyataan untuk posisi, kecepatan dan percepatan dari pisau atau slider dalam mekanisme mesin gergaji tersebut. Mekanisme yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi suatu wacana yang dapat diterapkan dalam kehidupan manusia, baik sekedar alat permainan, model maupun diterapkan untuk pembuatan kendaraan lain yang memiliki mekanisme yang serupa. Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah metoda sintesis. Dimana diperlukan dasar-dasar kinematika, sistem gerak batang dan bahasa pemrograman komputer. Untuk lebih mendapatkan gambaran yang lebih baik tentang mekanisme tersebut maka digunakan software simulasi dan animasi. Batasan yang digunakan dalam perancangan ini adalah mekanisme yang dianalisis merupakan mekanisme yang sederhana dan perhitungan dilakukan dengan software Matlab.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Gerak merupakan hal yang banyak dibahas dalam jurusan teknik mesin. Oleh karena itu terdapat beberapa cabang ilmu yang mempelajarinya. Dalam mempelajari gerak terdapat tiga besaran yang sering diperlukan yaitu posisi, kecepatan, dan percepatan. Ketiganya erat hubungannya dengan besaran waktu.

Tiga besaran yang telah disebutkan di atas merupakan besaran vektor. Oleh sebab itu ketiganya dapat dinyatakan dalam suatu vektor. Ada beberapa teori yang dapat digunakan untuk analisis vektor. Metode-metode untuk analisis vektor selengkapnya dapat dilihat dalam berbagai literatur matematika. Berikut ini pemaparan secara

singkat tentang metode analisis vektor untuk analisis kinematika.

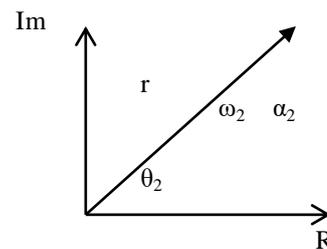
2.1 Metode Bilangan Kompleks

Sesuai dengan namanya metode ini menggunakan koordinat kompleks untuk analisis vektor. Untuk sebuah vektor seperti yang terdapat pada Gambar 2.1, maka vektor tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

Posisi : $\underline{r} = r.e^{i\theta}$
 Kecepatan : $\underline{v} = d\underline{r}/dt$
 Percepatan : $\underline{a} = d\underline{v}/dt$

$v = r.e^{i\theta} + r \omega_2 e^{i(\theta+\pi/2)}$
 $a = r.e^{i\theta} + (2r \omega_2 r \alpha_2) e^{i(\theta+\pi/2)} + \omega_2^2 e^{i(\theta+\pi)}$
 dimana

ω : kecepatan sudut
 α : percepatan sudut.

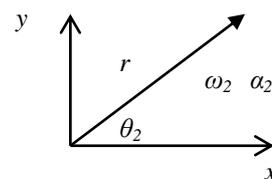


Gambar 2.1 Vektor dalam koordinat kompleks

2.2 Metode Koordinat Kartesian

Dengan metode ini kita menyatakan suatu vektor dalam koordinat kartesian. Sepertihalnya pada metode sebelumnya, hubungan posisi, kecepatan, dan percepatan dapat diperoleh dengan menurunkannya terhadap waktu.(gambar 2.2)

Vektor posisi : $r = r_x i + r_y j,$
 Kec. : $\underline{r} = r r + r dr/dt = r r + \underline{\theta} x \underline{r},$
 Perc.: $r = r r + \underline{\theta} x \underline{r} + \underline{\theta} x \underline{\theta} x \underline{r} + 2(\underline{\theta} x r r)$



Gambar 2.2 Vektor dalam koordinat kartesian

2.3 Metode Loop Vektor

Prinsip dari metode ini adalah menganggap bahwa dalam suatu loop vektor penjumlahannya sama dengan nol. Sebagai ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.3. Pada Gambar tersebut juga tampak bahwa arah panah sudut posisi dan arah vektor sangat penting artinya. Oleh karena itu kekonsistenan dalam menggunakan tanda sangat menentukan kebenaran analisis.



Gambar 2.3 Sebuah loop vektor

Berbagai metode tersebut di atas dapat digunakan untuk menganalisis suatu mekanisme maupun merancang sesuatu yang baru. Namun demikian perlu diperhatikan kelebihan dan kekurangannya agar dalam pemakaiannya efektif.

Selain metode analisis vektor, dalam menangani berbagai persoalan sebaiknya perlu juga dilakukan penyederhanaan kasus-kasus kompleks menjadi beberapa mekanisme dasar yang mudah diselesaikan. Ada beberapa mekanisme dasar yang perlu dimengerti sebelum mengerjakan analisis untuk mekanisme yang kompleks. Beberapa mekanisme dasar tersebut antara lain: benda kaku, mekanisme 4 batang, mekanisme 2 batang dyad, mekanisme peluncur osilasi dan mekanisme pandu putar

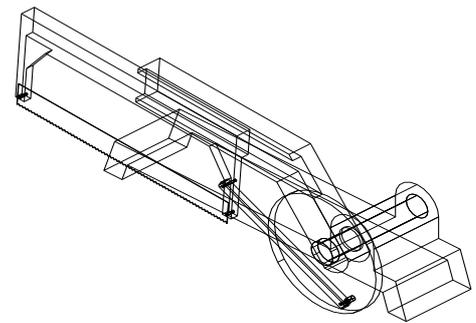
3. METODE PENELITIAN

3.1 Analisis Kinematik Mekanisme Mesin Gergaji Dengan Bilangan Kompleks

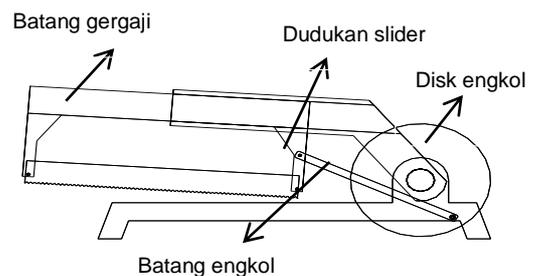
Mesin gergaji pada umumnya digerakkan oleh sebuah motor penggerak listrik dengan putaran tertentu yang selanjutnya dihubungkan ke roda gigi dan sabuk, dimana pada akhirnya memutar piringan engkol dengan batang penghubung engkol sehingga menghasilkan gerak maju mundur pada batang gergaji.

Pada analisis ini direncanakan putaran piringan engkol adalah 40 rpm dengan cara melakukan pengukuran putaran dengan tachometer. Putaran ini dihasilkan dari reduksi penggerak motor listrik yang memiliki putaran 2850 rpm. Dalam hal ini tidak dibahas mekanisme reduksi dari penggerak tersebut.

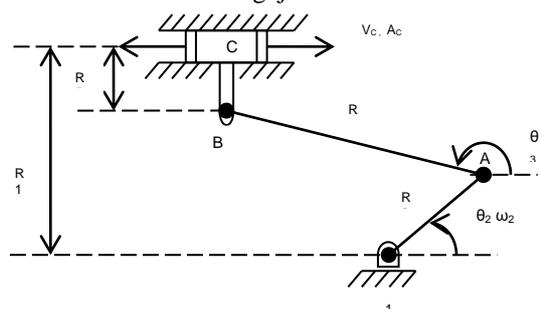
Analisis lebih dititik beratkan pada penentuan posisi, kecepatan dan percepatan dari batang gergaji yang bergerak maju mundur akibat putaran piringan engkol. Tekanan untuk menghasilkan gerak makan kearah bawah diasumsikan akibat pengaturan berat dudukan slider dan batang gergaji, walaupun pada umumnya memiliki mekanisme pergerakan sendiri yang didapat dari putaran motor

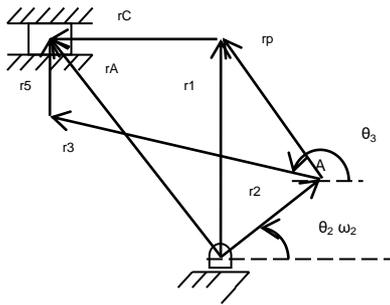


Gambar 3.1 Penampang 3-D Mesin Gergaji



Gambar 3.2 Bagian Utama Mekanisme Mesin Gergaji





Gambar 3.3 Mekanisme dan Hubungan Vektor Posisi

Dari gambar 3.3 diatas dapat dinyatakan hubungan vektor posisi sebagai berikut,
 $V_C = r_C = r_2\omega_2 (ie^{i\theta_2}) + r_3\omega_3 (ie^{i\theta_3})$
 $a_C = r_C = r_2(i\alpha_2 - \omega_2^2)e^{i\theta_2} + r_3(i\alpha_3 - \omega_3^2)e^{i\theta_3}$

dimana: $r_C =$ posisi C,
 $V_C = r_C =$ kecepatan C,
 $a_C = r_C =$ percepatan C

Dengan memisahkan bagian riil dan imajiner didapat:

$$r_C = -r_2\omega_2 \sin \theta_2 - r_3\omega_3 \sin \theta_3$$

$$\omega_3 = -\omega_2 \frac{r_2 \cos \theta_2}{r_3 \cos \theta_3}$$

$$V_C = r_C$$

$$r_C = -r_2 (\omega_2^2 \cos \theta_2 + \alpha_2 \sin \theta_2) - r_3 (\omega_3^2 \cos \theta_3 + \alpha_3 \sin \theta_3)$$

$$\alpha_3 = \frac{r_2(\omega_2^2 \sin \theta_2 + \alpha_2 \cos \theta_2)}{r_3 \cos \theta_3} + \frac{\omega_3^2 \sin \theta_3}{\cos \theta_3}$$

Dengan memasukkan harga α_3 ke persamaan diatas maka didapatkan $A_C = r_C$. Untuk ω_2 konstan maka $\alpha_2 = 0$. Maka perhitungan pada persamaan diatas akan lebih mudah.

3.2. Perhitungan Dengan Menggunakan Program Software MatLab 5.3 (R11)

```
%satuan panjang dalam mm
r1=180; %panjang batang 1
r2=100; %panjang batang 2
r3=300; %panjang batang 3
r5=90; %panjang batang 5
s0=186.1818 %titik acuan=0, untuk posisiC

%kecepatan sudut batang 2 konstan = 40 rpm

%Analisis posisi
```

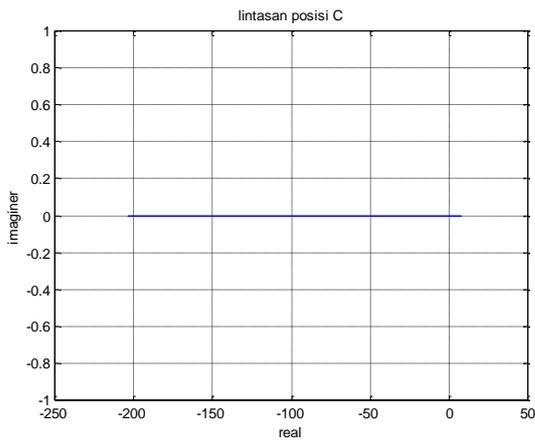
```
theta2=(0:1:360)*pi/180; %sudut batang dua
theta3a=asin((r1-r5-r2.*sin(theta2))./(r3));%sudut batang 3
theta3b=pi-theta3a; %sudut batang 3
rp=r1^2+r2^2-2*r1*r2*sin(theta2);
theta_p=asin((r1-r2*sin(theta2);
posisiC=((r2*cos(theta2))+(r3*cos(theta3b)))+s0; %posisi titik C akibat input putaran batang 2
```

```
%Analisis kecepatan dan percepatan
w2=input('putaran input = ');%kecepatan sudut batang 2 (omega2)
w3=-w2*((r2*cos(theta2))/(r3*cos(theta3b)));
```

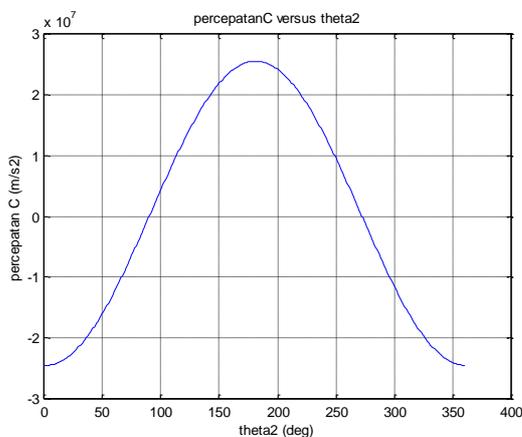
```
%kecepatan sudut batang 3 (omega3)
Kecepatan
C=-r2*w2*sin(theta2)-(r3*w3*sin(theta3b));
a3=(r2*w2^2*sin(theta2))/(r3*cos(theta3b))+w3^2*sin(theta3b)/(cos(theta3b));
%percepatan sudut batang 3 (alpha3)
Percepatan
C=(-r2*w2^2*cos(theta2))-r3*((w3^2*cos(theta3b))+(a3*sin(theta3b)));
theta2*180/pi
theta3*180/pi
posisiC
kecepatanC
percepatanC
figure(2);plot(real(posisiC), imag(posisiC));
xlabel('real');
ylabel('imaginer');
title('lintasan posisi C');
grid on;
figure(3);plot(theta2*180/pi, theta3*180/pi);
xlabel('theta2');
ylabel('theta3');
title('posisi theta3 versus theta2');
grid on;
figure(4);plot(theta2*180/pi, kecepatanC);
xlabel('theta2');
ylabel('kecepatanC');
title('kecepatanC versus theta2');
grid on;
figure(5);plot(theta2*180/pi, percepatanC);
xlabel('theta2');
ylabel('percepatanC');
title('percepatanC versus theta2');
grid on;
```

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

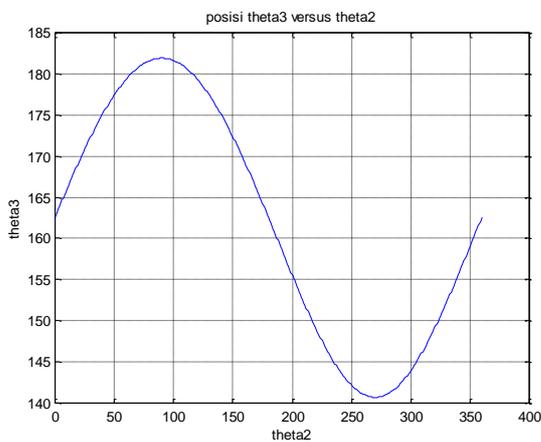
Hasil dari program ini berupa grafik dan harga sudut, kecepatan dan percepatan dapat dilihat trennya sesuai dengan input putaran engkol pada mekanisme yang diberikan. Dalam hal ini diberikan contoh input putaran engkol pada mekanisme sebesar 500 rpm. (seperti dilihat pada Gambar 4.1 s/d 4.3)



Gambar 4.1 Posisi lintasan titik C



Gambar 4.2 Percepatan titik C vs sudut theta2



Gambar 4.3 Posisi theta3 vs theta2

Mekanisme yang diputar pada kecepatan tinggi cenderung mempunyai batang yang ramping untuk mereduksi efek inersia. Sebagai akibatnya, batang akan bersifat elastis sehingga mekanisme tidak dapat lagi dianalisis sebagai benda kaku. Disamping itu, adanya elastisitas menimbulkan perilaku dinamik batang

yang diatur oleh persamaan diferensial orde dua dengan koefisien berubah terhadap waktu. Sistem seperti itu dapat menjadi tidak stabil pada berbagai pita frekuensi karena parameter yang berubah sehingga disebut sebagai ketidakstabilan parametrik.

Efek inersia yang relatif besar sering menjadi kendala dalam pengoperasian mekanisme, sebagai akibatnya bantalan akan menerima beban yang cukup besar. Permasalahan ini dapat diatasi dengan membuat mekanisme yang relatif ringan. Namun adanya batang yang lebih ramping menimbulkan efek fleksibilitas yang dapat menyebabkan ketidakstabilan parametrik. Efek ini bisa mengakibatkan meningkatnya level getaran bahkan pada operasi frekuensi rendah sekalipun.

Eksitasi dari engkol dapat menghasilkan perilaku ketidakstabilan pada frekuensi rendah sekalipun. Semakin besar μ maka semakin besar eksitasi parametriknya, sehingga mekanisme cenderung makin tidak stabil. Perbandingan massa batang elastik terhadap peluncur atau batang pengikat berpengaruh terhadap kestabilan parametrik. Dengan meningkatnya harga ω dan α , daerah stabil pada peta kestabilan semakin luas.. Redaman membuat mekanisme semakin stabil, sementara gaya tarik cenderung memberikan luas kestabilan yang lebih besar dibandingkan dengan gaya tekan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan dan simulasi sistem gergaji mesin yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya adalah perancangan dengan mekanisme sederhana seperti yang telah dianalisa memungkinkan sistem bergerak seperti yang diinginkan, yaitu gerak maju mundur pada batang gergaji. Selain itu penentuan tetapan harga komponen hasil analisis harus disesuaikan dengan hasil perhitungan manual karena hal ini

berdampak terhadap hasil pemrograman yang masuk akal dan hasil animasi yang lebih riil. Kemudian yang perlu menjadi perhatian juga adalah keterbatasan kemampuan pengaplikasian software juga mempengaruhi keakuratan hasil rancangan. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih detail pada sistem gergaji mesin ini sebaiknya dilakukan analisa yang lebih kompleks pada mekanisme daya penggerak, reduksi putaran dari daya penggerak dan gerak makan arah vertikal dari sistem mesin gergaji tersebut. Untuk hal tersebut sebaiknya dilakukan lagi dengan perangkat komputer yang lebih kompleks.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Arman, A. Isra Mahyuddin, W. Marthiana, and I. Satria, "Experimental Investigation of Vibration Response of a Flexible Coupler In a Four Bar Mechanism Due to Varying Crank Length and Crank Speed," in *MATEC Web of Conferences*, 2018, vol. 248, doi: 10.1051/mateconf/201824801008.
- [2] Bandes, A., 2008 , "Six tips For An Effective Cbm Program", *Machinery and Equipment, Technology Collection*, p. 2008.
- [3] Bonel, Ronald M., *Aplied Linkage Synthesis*, Lexington, Kentucky, 1984.
- [4] Comlabs, *Professional Matlab Programming*, ITB, 2007.
- [5] Kreyzig E., *Advanced Engineering Mathematics*, John Wiley & Sons, 1988.
- [6] S. S. Rao, *Mechanical Vibrations*, Third Edit. Addison-Wesley, 1995.
- [7] Strum R.D. and Kirk D.E., *Contemporary Linear Systems Using Matlab*, PWS, 2004.
- [8] Suharto,Djoko, A., *Analisis Kinematika dengan Bantuan Komputer*, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2005.
- [9] Z. Jinfu, Q. Weiyang, and H. Xinsuo, "Stability Analysis Of Elastic Vibration Of Connecting Rod Of A Slider-Crank Mechanism," vol. 2, no. 1, pp. 31–40, 2006.