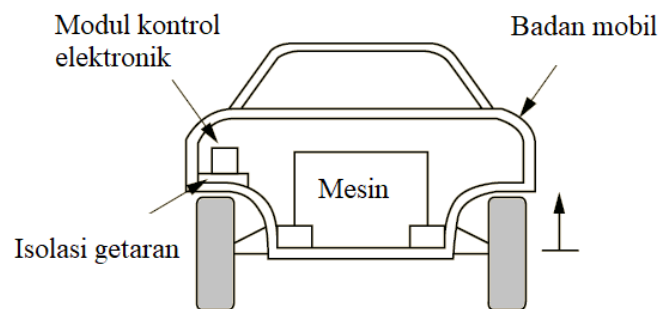




SOAL 1

Suatu modul control elektronik dilindungi dari kelelahan dan kerusakan dengan cara mengisolasinya terhadap getaran yang timbul pada bodi mobil akibat getaran mesin dan jalan. Tentukan besar gaya yang ditransmisikan, bila isolator tersebut dirancang dengan nisbah redaman (ξ) = 0,01; dan dengan bantuan perangkat lunak Matlab, plot respon sistem bila ξ diubah menjadi 0,25, 0,5 dan 0,75.

Catatan: $y(t) = 0.015\sin(35t)$ m, nilai "35" menunjukkan 2 digit terakhir dari Nrp mahasiswa. Mohon setiap mahasiswa menyesuaikannya dengan 2 digit terakhir dari Nrp masing-masing.



- massa modul 3,5kg
- $y(t) = 0.015\sin(35t)$ m
- Diinginkan perpindahan modul dijaga kurang dari 0.005 m untuk semua selang waktu

massa, $m = 3,5 \text{ kg}$

$$y(t) = 0,015 \sin(43t) \text{ m}$$

Keteban redaman, $\xi_0 = 0,01$

Displacement y mode $< 0,005 \text{ m}$

$$\text{Displacement transmissibility} = \frac{\sqrt{1 + (2\xi r)^2}}{\sqrt{(1-r^2)^2 + (2\xi r)^2}}$$

$$\frac{y_I}{y} = \frac{0,005}{0,015} = \frac{\sqrt{1 + (2\xi r)^2}}{\sqrt{(1-r^2)^2 + (2\xi r)^2}} = \frac{\sqrt{1 + (2 \cdot 0,01 \cdot r)^2}}{\sqrt{(1-r^2)^2 + (2 \cdot 0,01 \cdot r)^2}} = 0,333$$

↳ dikuadratkan kedua ruas

$$0,1111 = \frac{1 + (2 \cdot 0,01 \cdot r)^2}{(1-r^2)^2 + (2 \cdot 0,01 \cdot r)^2}$$

$$0,1111 [(1-r^2)^2 + (2 \cdot 0,01 \cdot r)^2] = 1 + (2 \cdot 0,01 \cdot r)^2$$

$$0,1111 [1 - 2r^2 + r^4 + 0,0004r^2] = 1 + 0,0004r^2$$

$$1 + r^4 - 1,9996r^2 = 1 + 0,0004r^2$$

$$r^4 - 1,9996r^2 - 0,0036003r^2 + 1 - 1,0009 = 0$$

$$r^4 - 2,0032003r^2 - 0,0009 = 0$$

$$\text{Misal } r^2 = x^2 \rightarrow x = r^2$$

$$x^2 - 2,0032003x - 0,0009 = 0$$

$$x = 4,0022 \text{ \& x = -1,9999 (abaikan negatif)}$$

$$x = r^2 = 4,0022$$

$$r = \sqrt{4,0022} = 2,00054$$

$$\omega = 43 \text{ rad/sec}, \text{ frekuensi natural } \rightarrow \omega_n = \frac{\omega}{r}$$

$$\omega_n = \frac{43}{2} = 21,5 \text{ rad/sec}$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow k = \omega_n^2 \cdot m = (21,5)^2 \cdot 3,5 = 1611,875 \text{ N/m}$$

$$\text{Force transmissibility} = \frac{0,005}{0,015} = 0,333$$

$$\frac{F_T}{m \times \omega^2} = 0,33$$

$$F_T = 3,5 \cdot 0,015 \cdot 43^2 \cdot 0,333$$

$$F_T = 32,3251 \text{ Newton}$$

Source code matlab :

% Amplitude

A=0.015;

%konstanta pegas

k=1617;

%frekuensi osilasi

w=43;

%rasio redaman

c1=0.25;

c2=0.5;

c3=0.75;

t=0:0.1:100;

f1=A*exp(-c1*t).* cos(43*t);

f2=A*exp(-c2*t).* cos(43*t);

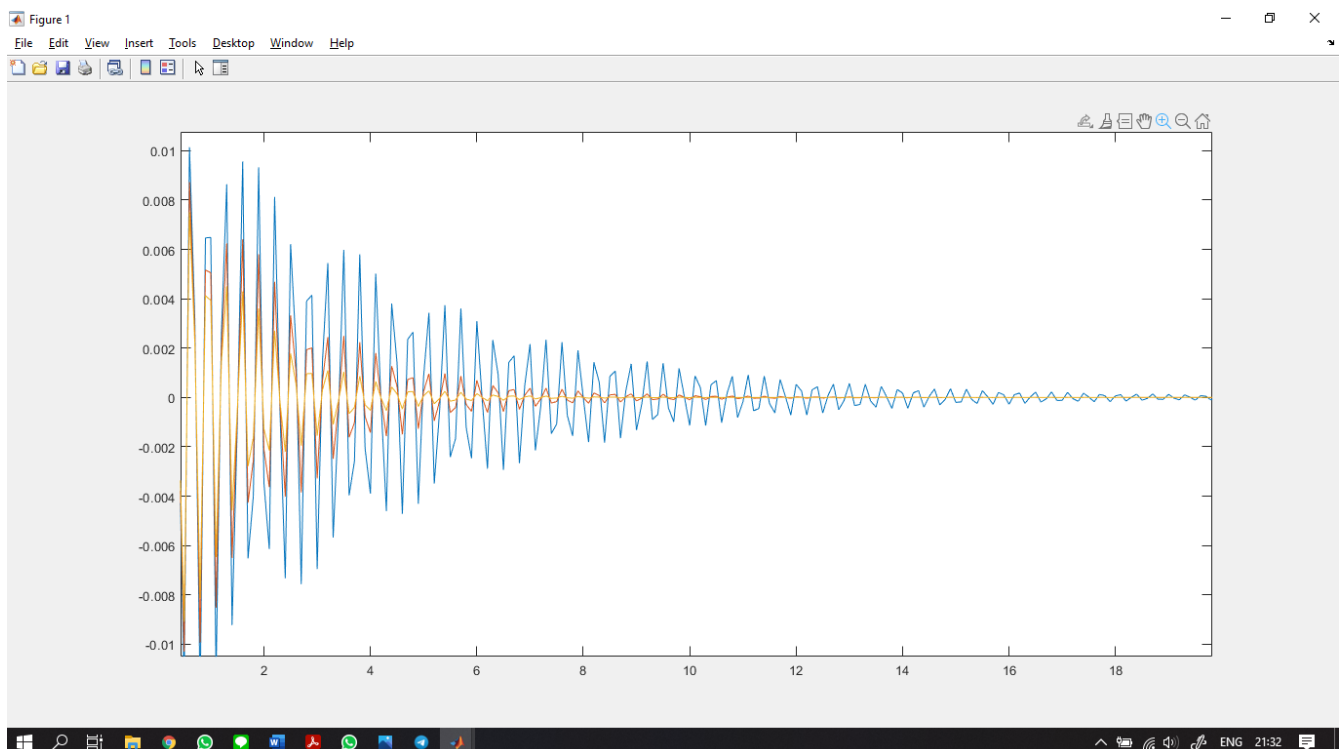
f3=A*exp(-c3*t).* cos(43*t);

figure;

plot(t,f1),hold on;

plot(t,f2),hold on;

plot(t,f3),hold on;



SOAL 2

Selesaikan respon sistem pegas-massa-dashpot di bawah ini untuk enam siklus

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f(t)$$

Untuk $\xi = \{0, 0.1, 0.25, 0.5, 0.6, 0.75, 1.0\}$.

a. Bila $f(t)=0$, dan ambil $m = 6\text{kg}$; $k = 10xx\text{N/m}$ (isi nilai "xx" dengan 2 digit terakhir dari Nrp mahasiswa); $x(0)=5\text{cm}$; $\dot{x}(0)=0$; Dengan bantuan perangkat lunak Matlab, buat Plot untuk penyelesaian yang berhubungan dengan tujuh nilai ξ dan beri komentar atas Hasil plot yang diperoleh.

b. Bila $f(t)=50\sin\omega t\text{ N}$, dan ambil $m = 5\text{kg}$; $k = 10xx\text{N/m}$ (isi nilai "xx" dengan 2 digit terakhir dari Nrp mahasiswa); $\omega = 4\omega_n$; $x(0)=5\text{cm}$; $\dot{x}(0)=0$; Dengan bantuan perangkat lunak Matlab, buat plot untuk penyelesaian yang berhubungan dengan tujuh nilai ξ dan beri komentar atas hasil plot yang diperoleh.

2. $m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f(t)$

untuk $\xi = \{0, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1\}$

a) $f(t) = 0$
 $m = 5 \text{ kg}$
 $k = 1043 \text{ N/m}$
 $x(0) = 5 \text{ cm}$
 $\dot{x}(0) = 0$

$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$
 $\ddot{x} + \frac{c}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = 0$

$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $\xi = \frac{c}{2m\omega_n}$ $\frac{c}{m} = 2\xi\omega_n$

$\hookrightarrow \ddot{x} + 2\xi\omega_n\dot{x} + \omega_n^2x = 0$

b) $f(t) = 50 \sin \omega t$ Newton
 $m = 5 \text{ kg}$
 $k = 1043 \text{ N/m}$
 $c = 4\omega_n$
 $x(0) = 5 \text{ cm}$
 $\dot{x}(0) = 0$

$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 50 \sin \omega t$

$x(t) = C.F + P.I$

C.F $\rightarrow m\ddot{x} + c\dot{x} + kx$

$\Rightarrow C.F = e^{-\xi\omega_n t} (C_1 \cos \omega_d t + C_2 \sin \omega_d t)$

dim $\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$\xi = \frac{c}{2c}$

$c = 2\sqrt{km}$

$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2}$

P.I = $\frac{1}{k} \sin(\omega t - \varphi)$

$\sqrt{(1 - r^2)^2 + 4\xi^2 r^2}$

dim $r = \frac{\omega}{\omega_n}$

$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{2\xi r}{1 - r^2} \right)$

Maka $x(t) = e^{-\xi\omega_n t} (C_1 \cos \omega_d t + C_2 \sin \omega_d t) + \frac{1}{k} \frac{\sin(\omega t - \varphi)}{\sqrt{(1 - r^2)^2 + 4\xi^2 r^2}}$

transient

steady

$$\dot{x}(0) = 0$$

$$x(0) = 5$$

Boundary $x(0)$ dan $\dot{x}(0)$ beresek ke bagian transien

i.e $x(t) = e^{-\zeta \omega_n t} (C_1 \cos \omega_d t + C_2 \sin \omega_d t)$

$$x(0) = e^0 (C_1 \cos 0 + C_2 \sin 0)$$

$$C_1 = 5 \text{ cm}$$

$$\dot{x}(t) = e^{-\zeta \omega_n t} (-C_1 \omega_d \sin \omega_d t + C_2 \omega_d \cos \omega_d t) + (-C_1 \cos \omega_d t + C_2 \sin \omega_d t) \cdot e^{-\zeta \omega_n t} \cdot (-\zeta \omega_n)$$

$$\dot{x}(0) = C_2 \omega_d - C_1 \zeta \omega_n = 0$$

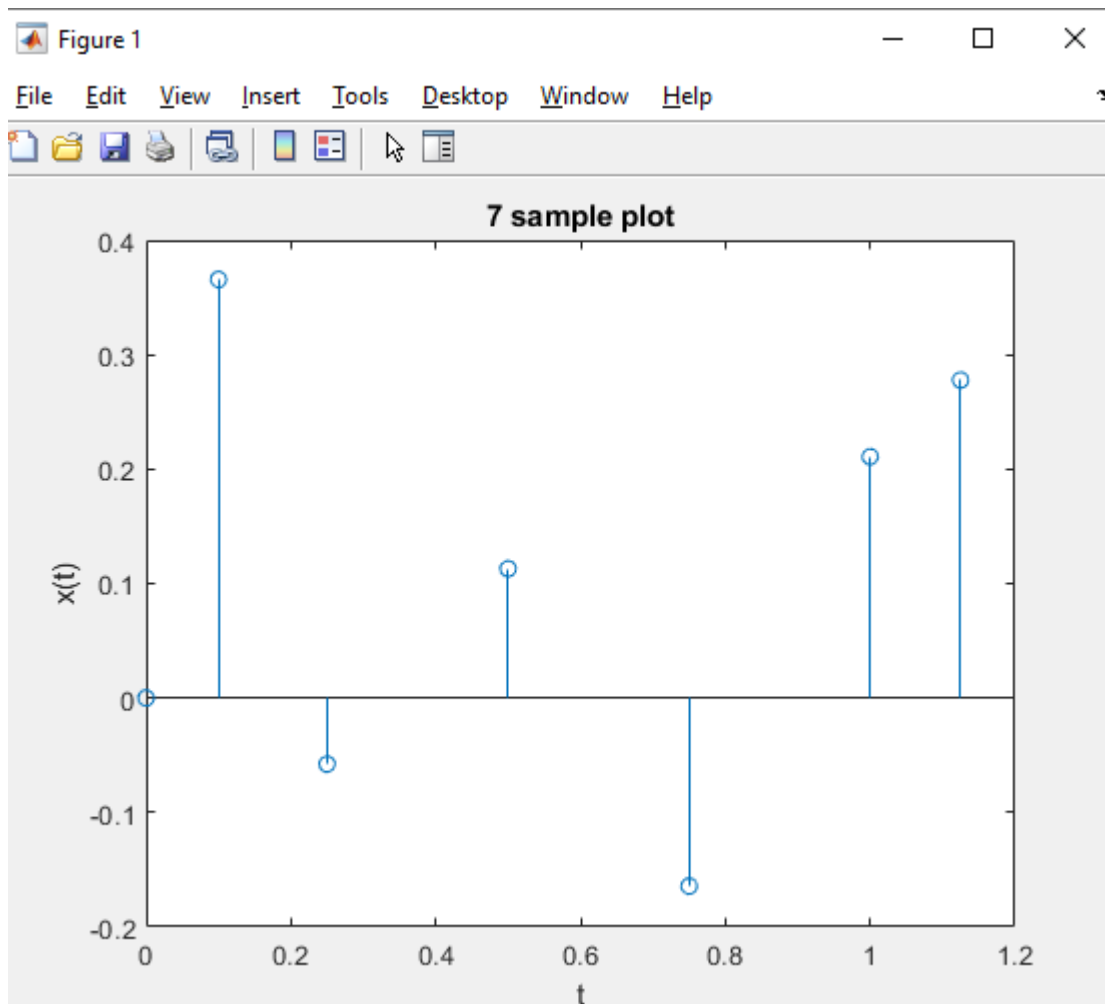
$$\Rightarrow C_2 = \frac{C_1 \zeta \omega_n}{\omega_d} = \frac{5 \zeta \omega_n}{\omega_d}$$

$$x(t) = e^{-\zeta \omega_n t} \left[5 \cos \omega_d t + 5 \frac{\zeta \omega_n}{\omega_d} \sin \omega_d t \right] + \frac{0/k \sin(\omega_n t - \psi)}{\sqrt{(1-r^2)^2 + 4\zeta^2 r^2}}$$

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{2\zeta r}{1-r^2} \right)$$

Source Code 2(a):

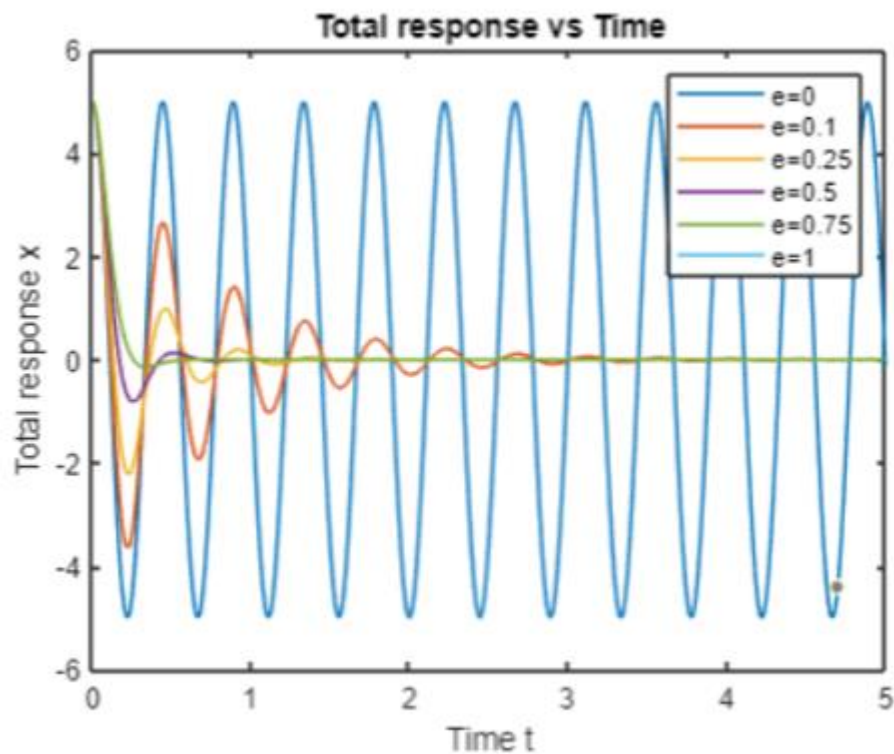
```
syms x(t) t;  
m=6;  
k=1043;  
c=0.5;  
Dx=diff(x,t);  
eqn=m*diff(Dx,t)+c*Dx+k*x==0;  
cond=[x(0)==0,Dx(0)==5];  
x=dsolve(eqn,cond);  
tt=[0,0.1,0.25,0.5,0.75,1,1.125];  
stem(tt,subs(x,t,tt))  
title("7 sample plot");  
xlabel("t");  
ylabel("x(t)");
```



Dari dari titik-titik sample variasi damping rasio. Semakin besar rasio redaman, semakin cepat amplitudo berkurang, dan semakin cepat berhenti

Source code 2(b):

```
m=5;
k=1043;
f=50;
wn=sqrt(k/m); %frekuensi natural
r=4; %frekuensi rasio
w=r*wn; %frekuensi paksa
t=0:0.01:5; % Waktu total untuk plot
for e=[0 0.1 0.25 0.6 0.75 1]; %e = variasi damping rasio
    wd=wn*sqrt(1-e^2); %damping frequency
    psi=atan(2*e*r/(1-r^2));
    for i=1:length(t)
        x(i)=exp(-e*wn*t(i))*(5*cos(wd*t(i)))+(5*e*wn/wd)*sin(wd*t(i)))+(f/(k*sqrt((1-
r^2)^2+4*e^2*r^2)))*sin(w*t(i)-psi);
    end
    plot (t,x);
    hold on
end
xlabel('time t');
ylabel('total respons x');
title('total respons time vs time');
legend('e=0', 'e=0,1', 'e=0,25', 'e=0,6', 'e=0,75', 'e=1');
hold off
```



Terlihat bahwa semakin besar e (damping rasio) maka akan semakin cepat meredam (meluruh) total responsnya dan sebaliknya jika semakin kecil e (damping rasio) akan lebih lambat meredam total responsnya.