

Nama : M. Thoriqul Aziz

NIM : 081711733002

Major : Biomedical Engineering

1. Model Matematika dari sistem motor DC dari gambar tersebut

Dari gambaran sistem tersebut maka dapat dijabarkan menjadi 4 persamaan dasar terpisah yang memenuhi hukum atau persamaan fisis tertentu. Persamaan tersebut antara lain:

- Persamaan Kirchof 2 = persamaan ini terjadi pada loop listrik dari arus dan tegangan armature yang melalui komponen inductor, resistor, dan kapasitor yang dalam sistem ini adalah sebagai kumparan.
- Persamaan gaya gerak listrik = dari timbulnya tegangan pada kumparan sehingga terjadi perubahan energy menjadi gerakan pada tuas dalam kumparan dalam bentuk gerakan rotasi.
- Persamaan hukum Newton 2 = tgerakan rotasi kemudian memutar tuas motor yang juga dipengaruhi dari moment inertia dan koefisien friksi viskositas, sehingga memberikan nilai besaran torsi sistem
- Persamaan dasar torsi= kekuatan torsi juga dipengaruhi oleh arus listrik dan kostanta torsi motor.
- Terdapat disturbance $[d(t)]$ sedemikian sehingga mengganggu putaran torsi. Menjadi $[d(s)]$ dalam bentuk laplace

Dari penjabaran tersebut, berdasarkan yang telah diketahui disoal maka dapat dibentuk dalam persamaan diferensial :

A. Persamaan Kirchof 2

$$u(t) = L \frac{di(t)}{dt} + Ri(t) + e_h(t) \quad (\text{Eq.1})$$

B. Persamaan GGL

$$e_h(t) = K_b \cdot \omega(t) \quad (\text{Eq.2})$$

C. Hukum Newton 2

$$T(t) = J \cdot \alpha(t) + b \cdot \omega(t)$$
$$T(t) = J \frac{d\omega(t)}{dt} + b\omega(t) \quad (\text{Eq.3})$$

D. Persamaan Dasar Torsi

$$T(t) = K_a \cdot i(t) \quad (\text{Eq.4})$$

Kemudian lakukan substitusi persamaan 1 dan 2 sehingga:

$$u(t) = L \frac{di(t)}{dt} + Ri + K_b \omega(t) \text{ (Eq. 5)}$$

Lakukan substitusi persamaan 3 dan 4 sehingga :

$$K_a i(t) = J \frac{d\omega(t)}{dt} + b\omega(t) \text{ (Eq.6)}$$

Kemudian Lakukan Transformasi Laplace pada persamaan 5 dan 6. Didapatkan hasil

a. Persamaan 5

$$u(s) = LsI(s) + RI(s) + K_b \omega(s)$$

$$u(s) - K_b \omega(s) = I[Rs + L]$$

$$I(s) = \frac{u(s) - K_b \omega(s)}{[Rs + L]} \text{ (Eq. 7)}$$

b. Persamaan 6 (tertambah disturbance = d(s))

$$K_a I(s) - d(s) = Js\omega(s) + b\omega(s) \text{ (Eq. 8)}$$

Substitusikan persamaan 7 ke persamaan 8, sehingga:

$$K_a \frac{u(s) - K_b \omega(s)}{[Rs + L]} - d(s) = Js\omega(s) + b\omega(s)$$

$$K_a u(s) - K_a K_b \omega(s) = (Rs + L)(Js\omega(s) + b\omega(s) + d(s))$$

$$K_a u(s) - K_a K_b \omega(s) = LJs^2 \omega(s) + Lbs\omega(s) + Lsd(s) + RJs\omega(s) + Rb\omega(s) + Rd(s)$$

$$K_a u(s) = LJs^2 \omega(s) + Lbs\omega(s) + RJs\omega(s) + Rb\omega(s) + K_a K_b \omega(s)$$

$$K_a u(s) = \omega(s)[LJs^2 + (Lb + RJ)s + (Rb + K_a K_b)] + d(s)[Rs + L]$$

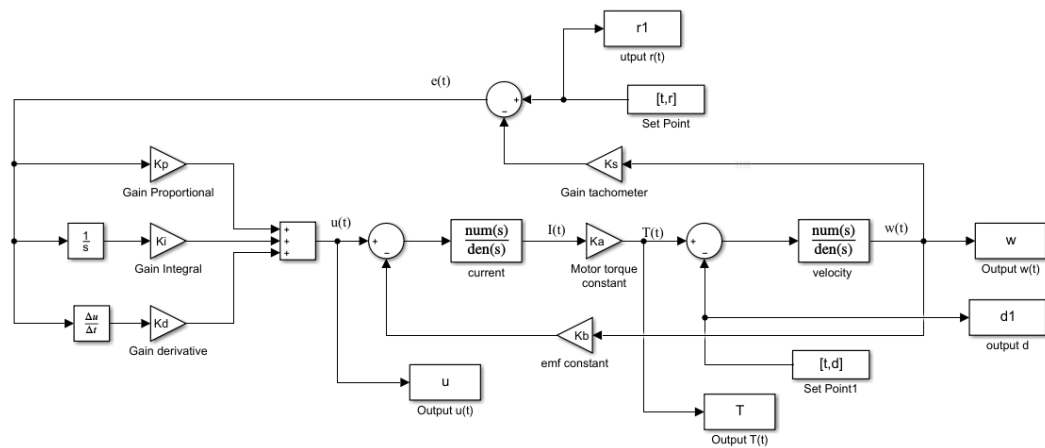
$$K_a u(s) - d(s)[Rs + L] = \omega(s)[LJs^2 + (Lb + RJ)s + (Rb + K_a K_b)]$$

Sehingga transfer function dari persamaan tersebut adalah :

$$\frac{\omega(s)}{u(s)} = \frac{K_a - d(s)[Rs + L]/u(s)}{[LJs^2 + (Lb + RJ)s + (Rb + K_a K_b)]}$$

2. Simulink

A. Hasil Simulink



B. Dengan nilai Set point ditentukan dari workspace

```

clc;clear;close all;
M=2;      %NIM
L=0.01-M/40000 ;
R=0.2+M/2000;
Ka=6e-5;
Kb=5.5e-2;
J=5.4e-5;
b=4e-4;
Ks=1;
Ki=100;
Kp=0.1;
Kd=20;
sampTime=1e-3;
waktu=0:sampTime:3;

for t=1:1000
    r(t)=100;
end
for t=1000:2000
    r(t)=50;
end
for t=2000:3001
    r(t)=150;
end

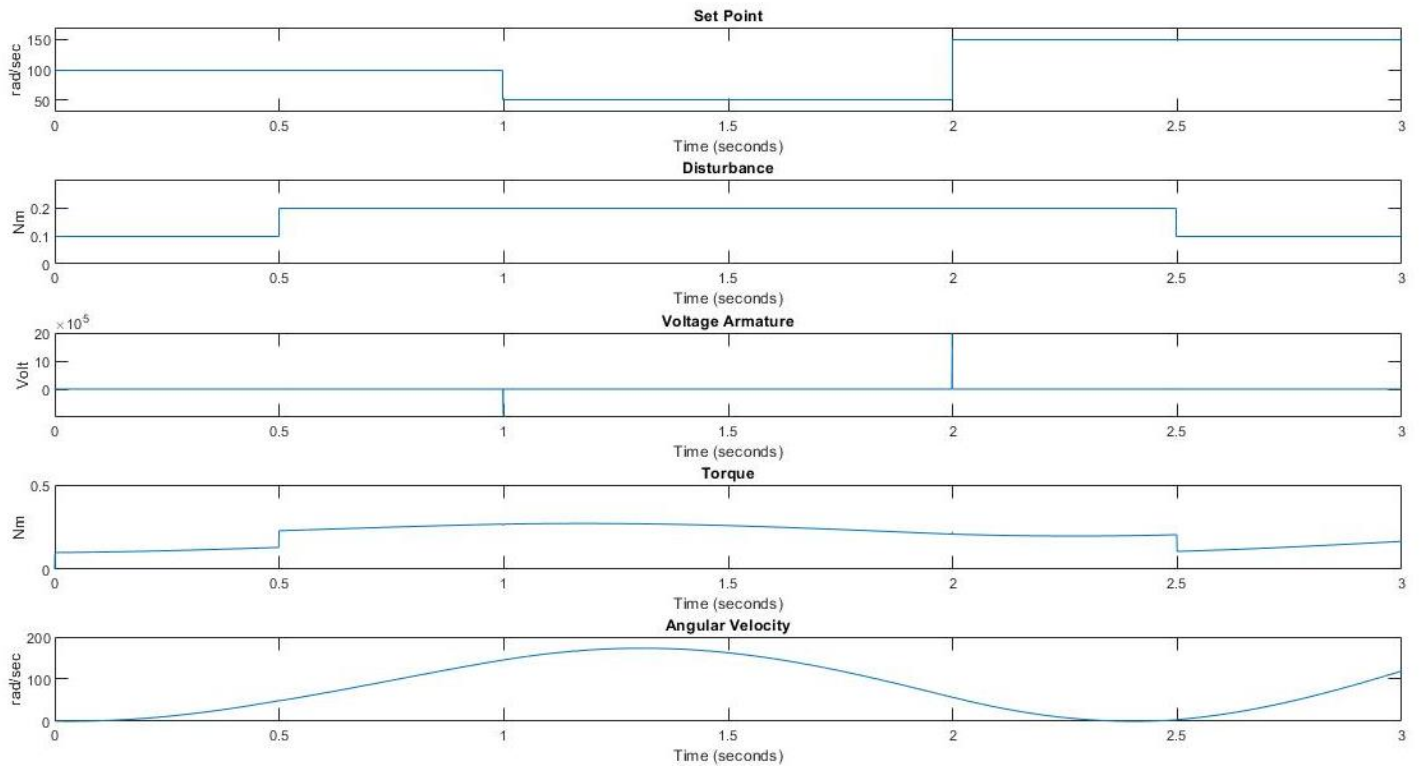
for t=1:500
    d(t)=0.1;
end
for t=500:2500
    d(t)=0.2;
end
for t=2500:3001
    d(t)=0.1;
end

t=0:1e-3:3;

```

$r=r'; d=d'; t=t';$

C. Plot Gambar



3. In Out

a. Code

```
clc;clear;close all;
M=2;      %NIM
L=0.01-M/40000 ;
R=0.2+M/2000;
Ka=6e-5;
Kb=5.5e-2;
J=5.4e-5;
b=4e-4;
Ks=1;
Ki=100;
Kp=0.1;
Kd=20;
sampTime=1e-3;
waktu=0:sampTime:3;

for t=1:1000
    r(t)=100;
end
for t=1000:2000
    r(t)=50;
end
for t=2000:3001
    r(t)=150;
end
```

```

for t=1:500
    d(t)=0.1;
end
for t=500:2500
    d(t)=0.2;
end
for t=2500:3001
    d(t)=0.1;
end

t=0:1e-3:3;
r=r';d=d';t=t';
%% Figure
simOut=sim('cobaTugas','SimulationMode','normal','TimeOut',3,'SaveTime',
'on','TimeSaveName','tout',...
    'SaveState','on','StateSaveName','xoutNew',...
    'SaveOutput','on','OutputSaveName','youtNew')

figure(1)
subplot(5,1,1);plot(simOut.r1)
title('Set Point');ylabel('rad/sec');ylim([30 170])
subplot(5,1,2);plot(simOut.d1)
title('Disturbance');ylabel('Nm');ylim([0 0.3])
subplot(5,1,3);plot(simOut.u)
title('Voltage Armature');ylabel('Volt')
subplot(5,1,4);plot(simOut.T)
title('Torque');ylabel('Nm');ylim([0 0.5])
subplot(5,1,5);plot(simOut.w)
title('Angular Velocity');ylabel('rad/sec')

```

b. Hasil Plot

