

# MODUL PRAKTIKUM

MATA KULIAH DASAR SISTEM PENGATURAN (DSP)

HAPPY NUGROHO, S.T., M.T.



LABORATORIUM KOMPUTASI & TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS MULAWARMAN

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

SEMESTER GENAP

TAHUN 2022



### **Peraturan dan Tata Tertib Praktikum**

1. Sebelum mengikuti praktikum, Pendaftar wajib mengikuti Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) Mata Kuliah Mikrokontroler yang telah ditetapkan.
2. Setiap Praktikan diwajibkan mematuhi "Peraturan dan Tata Tertib Praktikum" ini.
3. Sebelum melaksanakan praktikum, Praktikan diwajibkan menguasai dasar teori dari percobaan yang bersangkutan.
4. Selama proses praktikum:
  - a. Praktikan wajib memakai baju/kaos (atasan) berkerah dan bawahan yang rapi.
  - b. Setiap Praktikan diwajibkan memiliki buku petunjuk praktikum dan Kartu Tanda Praktikum (KTP) yang harus dilengkapi dengan pas foto.
  - c. Praktikan harus hadir di laboratorium lima menit sebelum praktikum dimulai dan menyerahkan KTP kepada asisten yang bertugas.
  - d. Toleransi keterlambatan maksimal 30 menit dari waktu percobaan dimulai.
  - e. Apabila terlambat lebih dari waktu yang telah ditetapkan maka dianggap telah mengundurkan diri kecuali telah mendapat rekomendasi dari Dosen Pengampu Mata Kuliah Mikrokontroler.
  - f. Tidak diijinkan untuk pindah kelompok kecuali telah mendapat rekomendasi tertulis dari Dosen Pengampu Mata Kuliah Mikrokontroler.
  - g. Praktikan harus menyediakan sendiri alat-alat tulis yang diperlukan.
  - h. Selama di dalam laboratorium, Praktikan dilarang makan, minum, dan merokok serta harus menjaga ketertiban.
  - i. Untuk setiap percobaan sudah disediakan alat, tempat dan bahan sendiri yang tidak boleh diubah, diganti, atau ditukar kecuali oleh asisten yang bersangkutan.
  - j. Apabila menjumpai kesalahan, kerusakan, atau ketidaksesuaian dengan buku petunjuk praktikum, Praktikan harus segera melapor pada asisten.
  - k. Setelah selesai menyusun rangkaian sesuai dengan buku petunjuk praktikum, Praktikan harap segera melapor pada asisten, dan dilarang menghubungkan rangkaian dengan sumber tegangan sebelum mendapat ijin dari asisten yang bersangkutan.

5. Praktikan terkena sanksi ***gugur*** apabila:
- a. Tidak mengikuti praktikum sesuai jadwal yang telah ditetapkan.
  - b. Tidak mengikuti satu atau lebih percobaan dalam satu praktikum.
  - c. Mendapatkan nilai akhir rerata dibawah 60 untuk semua percobaan dalam Praktikum Mikrokontroler ini.

Dosen Pengampu Mata Kuliah  
Mikrokontroler,

Happy Nugroho, S.T., M.T.  
NIP. 19851229 201803 1 001

# Simulasi Heater

Model matematika proses pemanasan air dengan *heater* dirumuskan:

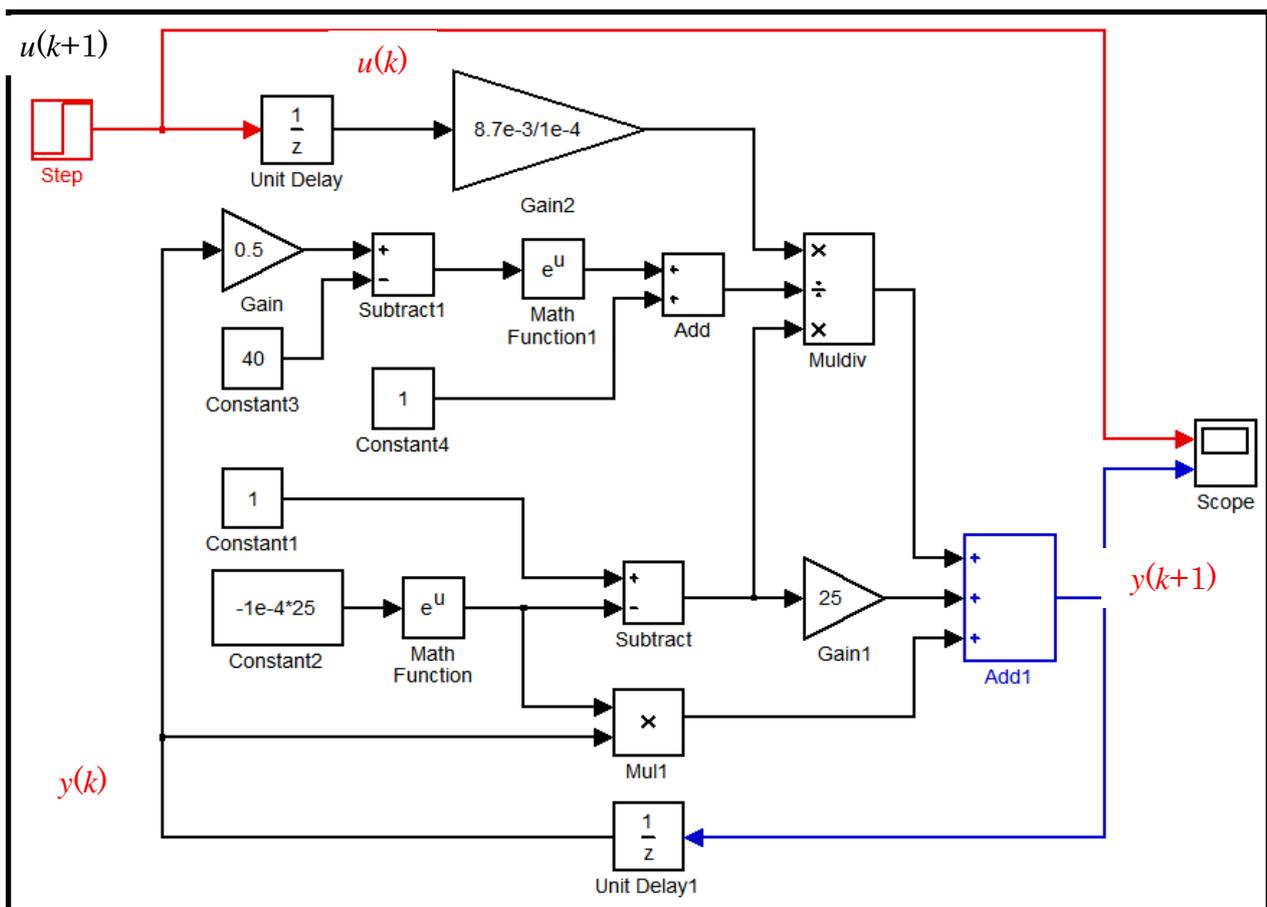
$$y(k+1) = e^{-\alpha T_s} y(k) + \frac{(\beta/\alpha)(1-e^{-\alpha T_s})}{1+e^{0.5y(k)-40}} u(k) + [1-e^{-\alpha T_s}] Y_0$$

$\alpha = 10^{-4}$ ,  $\beta = 8.7 \times 10^{-3}$ ,  $Y_0 = 25$  °C, dan  $T_s = 25$  detik



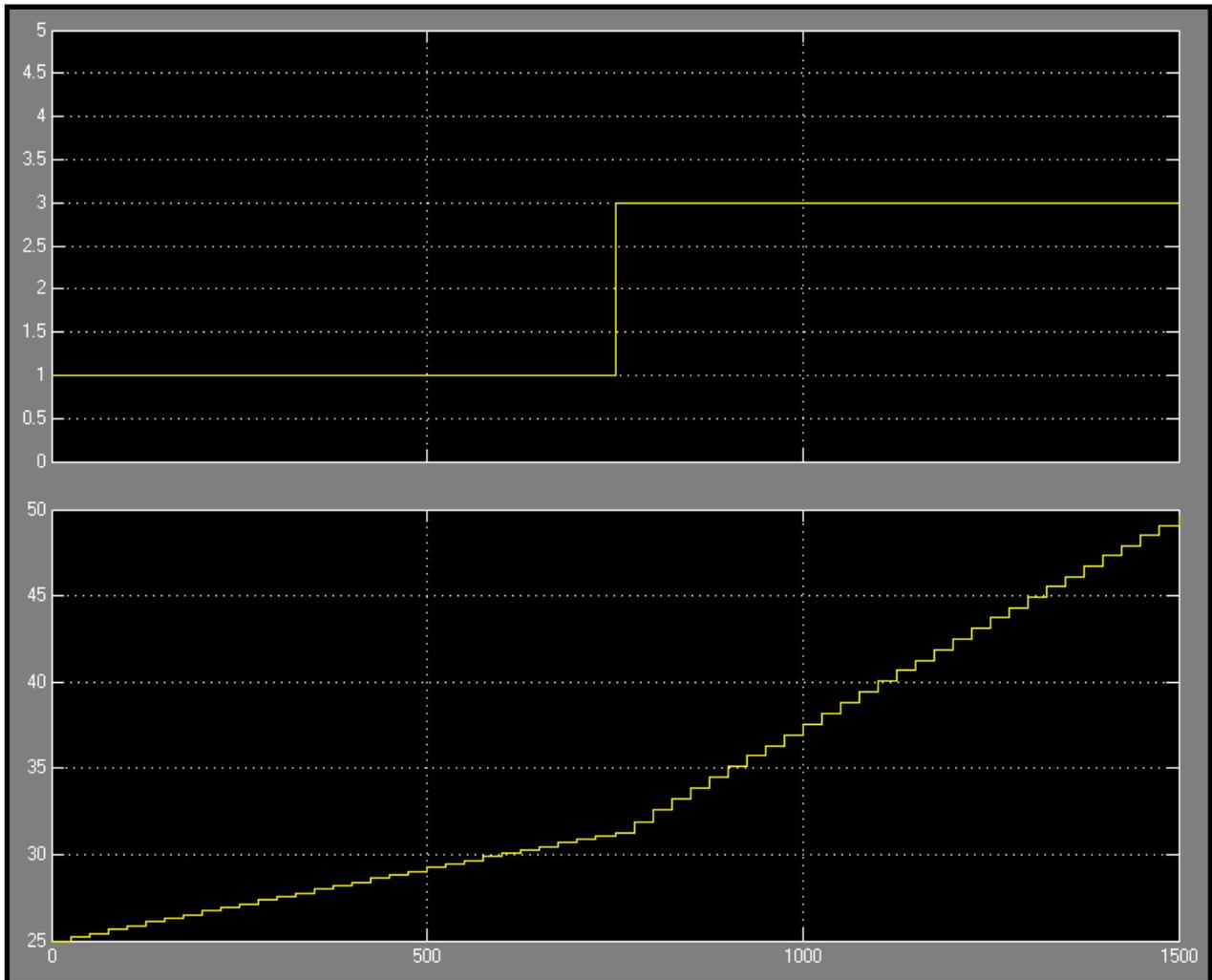
Sinyal  $u(k)$  adalah input *heater* yang berupa tegangan dengan harga antara 0 s/d 5 volt, sedangkan  $y(k)$  adalah sinyal output *heater* (berupa suhu air yang dipanaskan dalam *heater*) dalam satuan derajat Celcius. Sinyal  $u(k)$  merepresentasikan besar daya yang diberikan pada *heater* untuk memanaskan air.  $T_s$  adalah *sampling time* untuk proses pemanasan.

Realisasi model dengan menggunakan Simulink adalah sebagai berikut:



Blok diagram di atas mendiskripsikan bahwa output  $y(k+1)$  merupakan fungsi dari input  $u(k)$  dan  $y(k)$ . Hal ini menggambarkan bahwa output mendatang dipengaruhi oleh input dan output saat ini.

Gambar di bawah ini menunjukkan karakteristik suhu air dalam *heater* dengan pemberian tegangan input berbeda. Tegangan input konstan merepresentasikan pemberian daya konstan pada *heater*. Dengan tegangan input 1 Volt dan suhu awal 25°C, terlihat terjadi perubahan suhu air dari 25°C menjadi sekitar 31°C dalam waktu 750 detik. Pada saat tegangan input sebesar 3 Volt terlihat kenaikan suhu yang cukup signifikan, dalam waktu 750 detik dicapai kenaikan suhu sekitar 18 °C.



# Ball & Beam Control System

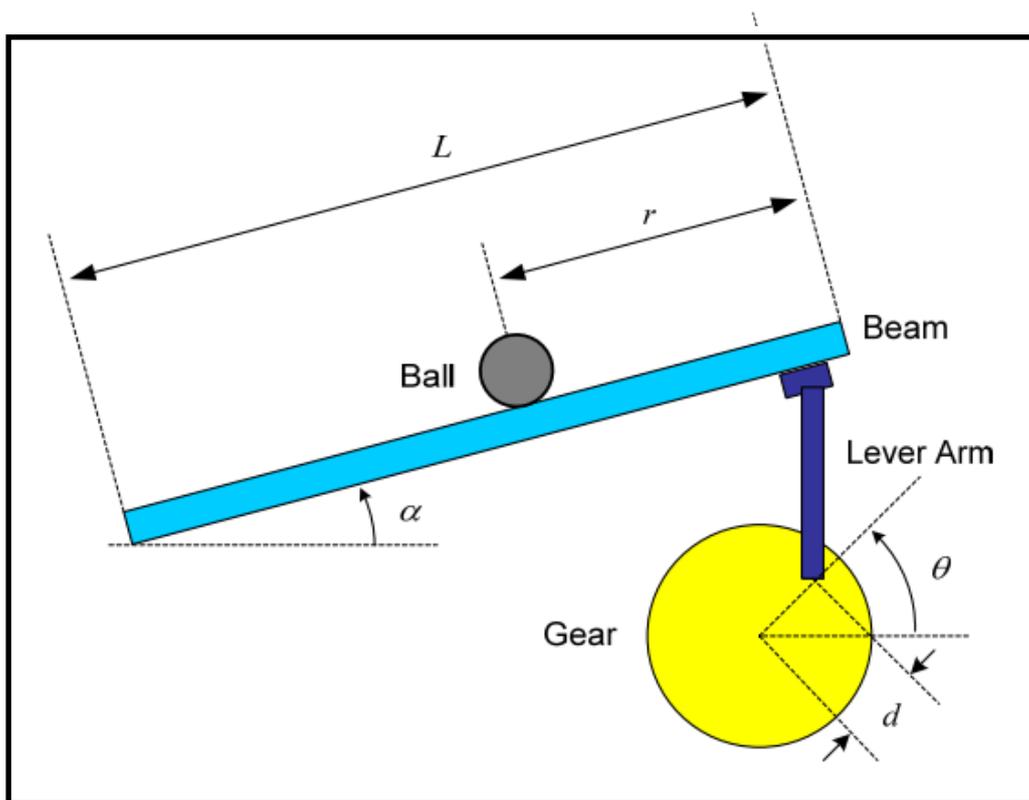
Pada bab ini dibahas mengenai sistem kontrol untuk bola dan balok (ball and beam). Pembahasan diawali dengan pemodelan sistem bola dan balok dan kemudian dilanjutkan dengan teknik perancangan sistem kontrol.

## 5.1 Pemodelan Ball & Beam

Pada pemodelan sistem dibahas antara lain problem bola dan balok, transfer function, state space, kriteria perancangan sistem kontrol, dan open loop response.

### 5.1.1 Persamaan Sistem

Bola (ball) diletakkan pada sebuah balok (beam), untuk jelasnya lihat gambar di bawah, dan bola dapat berpindah naik turun sepanjang balok. Sebuah lengan pengungkit (lever arm) dihubungkan dengan balok pada satu sisi, dan dihubungkan dengan sebuah roda (gear) pada sisi yang lain. Bila roda berputar dengan sudut  $\theta$ , lengan pengungkit mengubah sudut balok sebesar  $\alpha$ . Bila sudut balok berubah dari satu posisi ke yang lain, gaya gravitasi akan menyebabkan bola menggelinding sepanjang balok. Sebuah controller akan dirancang pada sistem ini sehingga posisi bola dapat dimanipulasi.



Pada permasalahan ini, kita asumsikan bahwa bola menggelinding tanpa slip, dan gaya gesek antara bola dan balok diabaikan. Variabel dan konstanta untuk permasalahan ini didefinisikan sbb:

- Mass of ball ( $m$ ) = 0.11 kg
- Radius of the ball ( $R_d$ ) = 0.015 m
- Lever arm offset ( $d$ ) = 0.03 m
- Gravitational acceleration ( $g$ ) = 9.8 m/sec<sup>2</sup>
- Length of the beam ( $L$ ) = 1.0 m
- Ball's moment of inertia ( $J$ ) = 9.99E-6 kg m<sup>2</sup>
- Ball position ( $r$ )
- Beam angle ( $\alpha$ )
- Servo gear angle ( $\theta$ )

Persamaan Lagrange untuk gerak bola diberikan oleh rumus sbb :

$$\left( \frac{J}{R_d^2} + m \right) \ddot{r} + m g \sin \alpha - m r (\dot{\alpha})^2 = 0$$

Linierisasi persamaan di atas pada kondisi sudut balok  $\alpha$  mendekati harga nol, didapatkan pendekatan linier dari sistem sbb :

$$\left( \frac{J}{R_d^2} + m \right) \ddot{r} = -m g \alpha$$

Persamaan yang menghubungkan sudut balok dan sudut roda dapat didekati secara linier dengan persamaan berikut.

$$\alpha = \frac{d}{L} \theta$$

Dengan metoda substitusi, kita dapatkan persamaan sistem sbb :

$$\left( \frac{J}{R_d^2} + m \right) \ddot{r} = -m g \frac{d}{L} \theta$$

## Transfer Function

Dengan melakukan transformasi Laplace pada persamaan sistem di atas diperoleh

$$\left( \frac{J}{R_d^2} + m \right) s^2 R(s) = -\frac{m g d}{L} \Theta(s)$$

Dengan mengatur persamaan hasil transformasi Laplace, didapatkan system transfer function yang merupakan perbandingan antara output  $r$  (posisi bola) terhadap input  $\theta$  (sudut roda).

$$\frac{R(s)}{\Theta(s)} = -\frac{m g d}{L \left( \frac{J}{R_d^2} + m \right) s^2}$$

~ Selamat Mengerjakan ~