

BIDANG PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN
BERITA ACARA PERKULIAHAN

PERIODE SEMESTER GENAP 2025/2026

MATA KULIAH:

ESTIMASI DAN IDENTIFIKASI

KELAS B

LAMPIRAN BERITA ACARA PERKULIAHAN :

- 1. SK.DEKAN FSTT SEMESTER GENAP 2025/2026*
- 2. PRESENSI KEHADIRAN DOSEN DAN MATERI AJAR*
- 3. NILAI KOMULATIF; KEHADIRAN,TUGAS, UTS DAN UAS*
- 4. CONTOH HAND OUT MATERI AJAR*

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS TERAPAN DAN TEKNOLOGI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL



YAYASAN PERGURUAN CIKINI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640
Telp. 021-7270090 (hunting), Fax 021-7866955, hp: 081291030024
Email: humas@istn.ac.id Website: www.istn.ac.id

SURAT PENUGASAN TENAGA PENDIDIK
Nomor : 109-IV/03.1-F/III/2026
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2025/2026

Nama	: Muhammad Ikrar Yamin	Status Pegawai	: Tetap
NIK/ NIDN/ NIDK	: 0328108303	Program Studi	: S1 Teknik Elektro
Jabatan Akademik	: Asisten Ahli		

Bidang	Perincian Kegiatan	Tempat	Jam	Kredit (SKS)	Hari
I. PENDIDIKAN & PENGAJARAN	1. Pengajaran di kelas termasuk laboratorium				
	1. Prak. Dasar Sistem Kendali (B)	S1 Teknik Elektro	15:00 s.d 16:40	1	Sabtu
	2. Prak. Dasar Telekomunikasi (B)	S1 Teknik Elektro	17:00 s.d 18:40	1	Sabtu
	3. Praktikum Antena dan Propagasi (B)	S1 Teknik Elektro	09:00 s.d 10:40	2	Sabtu
	4. Estimasi & Identifikasi (B)	S1 Teknik Elektro	19:00 s.d 20:40	2	Rabu
II. PENELITIAN	2. Pembimbing				
	1. Seminar				
	2. Kerja Praktek				
	3. Tugas Akhir/Tesis			1	
	4. Pembimbing Akademik			1	
	3. Penguji				
	1. Tugas Akhir/Tesis			1	
	2. Kerja Praktek				
	4. Tugas Tambahan				
	1. Menjabat Sebagai Ka. Prodi				
III. PENGABDIAN PADA MASYARAKAT	2. Menjabat Sebagai Ka. Lab Elektronika dan Telekomunikasi			2	
	1. Penelitian Ilmiah			1	
	2. Penulisan Karya Ilmiah			1	
	3. Penulisan Diktat Kuliah				
	4. Menerjemahkan Buku Kuliah				
	5. Pengembangan Program Kuliah Kurikulum				
	6. Pengembangan Bahan Ajar				
IV. PENUNJANG	1. Menduduki jabatan di Pemerintahan				
	2. Pengembangan Hasil Pendidikan dan Penelitian				
	3. Memberikan penyuluhan/pelatihan/penataran/ceramah				
	4. Memberikan Pelayanan Kepada Masyarakat			1	
	5. Menulis karya Pengmas yang tidak dipublikasikan				
	6. Pengelolaan Jurnal Ilmiah			1	
	1. Menjadi anggota/panitia pada badan/lembaga suatu PT				
	2. Menjadi anggota Badan Lembaga Pemerintah				
	3. Menjadi anggota organisasi profesi				
	4. Mewakili PT/lembaga pemerintah, duduk dalam panitia antar lembaga				
	5. Menjadi anggota delegasi nasional ke pertemuan internasional				
	6. Berperan Serta Aktif dalam pertemuan ilmiah/seminar			1	
	7. Anggota dalam tim layanan pendidikan				
Jumlah Total				16	

Kepada yang bersangkutan akan diberikan gaji/honorarium sesuai dengan peraturan penggajian yang berlaku di Institut Sains dan Teknologi Nasional.
Penugasan ini berlaku dari tanggal 09 Maret 2026 sampai dengan 04 Juli 2026

Tembusan :

1. Wakil Rektor 1 - ISTN
2. Wakil Rektor 2 - ISTN
3. Ka. Biro Sumber Daya Manusia - ISTN
4. Arsip



Jakarta, 09 Maret 2026
Dekan FSTT

Dr. Ir. Kun Wardana Abyoto, M.T.
NIDN: 0311086903

**INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090**LAPORAN PERSENTASE PRESENSI MAHASISWA
TEKNIK ELEKTRO
2025 GENAP**

Mata kuliah : Estimasi & Identifikasi

Nama Kelas : B

Dosen Pengajar : Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.

No	NIM	Nama	Kelas / Kelompok	Pertemuan	Alfa	Hadir	Ijin	Sakit	Persentase
Peserta Reguler									
1	253622007	M. ANDHIKA DWIKI NUGRAHA	-	16		16			100

Jakarta, 12 September 2026

Ketua Prodi Teknik Elektro

Ariman, ST., MT.
NIP. 199004-001



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

LAPORAN NILAI PERKULIAHAN MAHASISWA

Program Studi S1 Teknik Elektro

Periode 2025 Genap

Mata kuliah : Estimasi & Identifikasi

Nama Kelas : B

Kelas / Kelompok :

SKS : 2

Kode Mata kuliah : TE1624

No	NIM	Nama Mahasiswa	TUGAS INDIVIDU (20,00%)	UTS (35,00%)	UAS (35,00%)	KEHADIRAN (10,00%)	Nilai	Grade	Lulus	Sunting KRS?	Info
1	253622007	M. ANDHIKA DWIKI NUGRAHA	80.00	80.00	85.00	100.00	83.75	A	✓		
Rata-rata nilai kelas			80.00	80.00	85.00	100.00	83.75	A			

Pengisian nilai untuk kelas ini ditutup pada **Senin, 10 Agustus 2026** oleh **201901-004**

Tanggal Cetak : Sabtu, 12 September 2026, 11:46:10

Paraf Dosen :

Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

JURNAL PERKULIAHAN TEKNIK ELEKTRO 2025 GENAP

MATA KULIAH : Estimasi & Identifikasi
NAMA DOSEN : Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.
KREDIT/SKS : 2 SKS
KELAS : B

TATAP MUKA KE	HARI/TANGGAL	MULAI	SELESAI	RUANG	STATUS	RENCANA MATERI	REALISASI MATERI	KEHADIRAN MHS	PENGAJAR	TANDA TANGAN
1	Rabu, 1 April 2026	19:00	20:40	Lab.ELK	Selesai	Kontrak kuliah, konsep estimasi dan identifikasi sistem	Kontrak kuliah, konsep estimasi dan identifikasi sistem	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
2	Rabu, 8 April 2026	19:00	20:40		Selesai	Pemodelan sistem dinamis dan data eksperimen	Pemodelan sistem dinamis dan data eksperimen	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
3	Rabu, 15 April 2026	19:00	20:40		Selesai	Input-output system dan sinyal uji	Input-output system dan sinyal uji	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
4	Rabu, 22 April 2026	19:00	20:40		Selesai	Model Nonparametrik (Impulse Response, FIR)	Model Nonparametrik (Impulse Response, FIR)	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
5	Rabu, 29 April 2026	19:00	20:40		Selesai	Konsep Model Parametrik Sistem ARX	Konsep Model Parametrik Sistem ARX	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
6	Rabu, 6 Mei 2026	19:00	20:40		Selesai	Konsep Model Parameterik Sistem ARMAX	Konsep Model Parameterik Sistem ARMAX	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
7	Rabu, 13 Mei 2026	19:00	20:40		Selesai	Konsep Output Error dan Box-Jenkins	Konsep Output Error dan Box-Jenkins	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
8	Rabu, 20 Mei 2026	19:00	20:40		Selesai	Ujian Tengah Semester (UTS) Estimasi dan Identifikasi Sistem	Ujian Tengah Semester (UTS) Estimasi dan Identifikasi Sistem	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

JURNAL PERKULIAHAN TEKNIK ELEKTRO 2025 GENAP

MATA KULIAH : Estimasi & Identifikasi
NAMA DOSEN : Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.
KREDIT/SKS : 2 SKS
KELAS : B

TATAP MUKA KE	HARI/TANGGAL	MULAI	SELESAI	RUANG	STATUS	RENCANA MATERI	REALISASI MATERI	KEHADIRAN MHS	PENGAJAR	TANDA TANGAN
9	Rabu, 27 Mei 2026	19:00	20:40		Selesai	Metode Least Squares Estimation	Metode Least Squares Estimation	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
10	Rabu, 3 Juni 2026	19:00	20:40		Selesai	Metode Recursive Least Squares	Metode Recursive Least Squares	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
11	Rabu, 10 Juni 2026	19:00	20:40		Selesai	Metode Kalman Filter (pengantar estimasi)	Metode Kalman Filter (pengantar estimasi)	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
12	Rabu, 17 Juni 2026	19:00	20:40		Selesai	Validasi Model (Residual, FIT, MSE, RMSE)	Validasi Model (Residual, FIT, MSE, RMSE)	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
13	Rabu, 24 Juni 2026	19:00	20:40		Selesai	System Identification Toolbox MATLAB	System Identification Toolbox MATLAB	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
14	Rabu, 1 Juli 2026	19:00	20:40		Selesai	Studi Kasus: Motor DC dan Sistem Level Air	Studi Kasus: Motor DC dan Sistem Level Air	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
15	Rabu, 15 Juli 2026	19:00	20:40		Selesai	Presentasi Mini Project Sistem	Presentasi Mini Project Sistem	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	
16	Rabu, 22 Juli 2026	19:00	20:40		Selesai	Ujian Akhir Semester Estimasi dan Identifikasi Sistem	Ujian Akhir Semester Estimasi dan Identifikasi Sistem	(1 / 1)	Muhammad Ikrar Yamin, ST., M.Tr.T.	

Jakarta, 14 September 2026
Ketua Prodi Teknik Elektro



Ariman, ST., MT.
NIDN 0313026703

HANDOUT PERTEMUAN 3: ESTIMASI PARAMETER MENGGUNAKAN METODE LEAST SQUARES

Mata Kuliah: Estimasi dan Identifikasi Sistem – Peminatan Teknik Kendali/Kontrol

Identitas Pertemuan

Program Studi	Teknik Elektro
Peminatan	Teknik Kendali / Kontrol
Durasi	1 pertemuan / 3 SKS
Software	Python, MATLAB/Simulink, atau GNU Octave
Fokus Materi	Model Kontinu -> Model Diskrit -> Perhitungan Manual Least Squares -> Praktik Pemrograman

1. Capaian Pembelajaran Pertemuan

Setelah mengikuti pertemuan ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan representasi sistem mekanik/elektrik orde satu dalam ranah kontinu dan diskrit.
2. Melakukan diskretisasi model kontinu menjadi persamaan beda menggunakan metode Forward/Backward Difference.
3. Menyusun matriks regressor Φ dan vektor output Y secara manual dari data eksperimen.
4. Menghitung estimasi parameter sistem menggunakan operasi matriks Least Squares secara manual.
5. Mengimplementasikan dan memvalidasi algoritma Least Squares melalui software pemrograman Python atau MATLAB.

2. Jembatan Teori: Dari Kontinu Ke Diskrit

Sebagian besar sistem fisik di dunia nyata bersifat kontinu (waktu berjalan tanpa jeda). Sebagai contoh, perhatikan sistem termal (suhu ruangan) atau motor DC yang dimodelkan dengan persamaan diferensial orde satu berikut:

$$\tau [dy(t) / dt] + y(t) = K \cdot u(t)$$

Dimana:

- $y(t)$ = Output sistem (misal: kecepatan motor atau suhu aktual)
- $u(t)$ = Input sistem (misal: tegangan jangkar atau daya pemanas)
- K = Steady-state gain (faktor penguat sistem)
- τ = Konstanta waktu sistem (kecepatan respon dinamis sistem)

Jika kita melakukan transformasi Laplace dengan kondisi awal nol, kita mendapatkan fungsi transfer kontinu yang biasa digunakan untuk menganalisis kestabilan dan mendesain kontroler PID klasik:

$$G(s) = Y(s) / U(s) = K / (\tau s + 1)$$

Mengapa Harus Diubah ke Diskrit?

Ketika Anda mengambil data eksperimen menggunakan mikrokontroler (seperti Arduino, STM32, ESP32) atau kartu akuisisi data (DAQ), sensor membaca data pada interval waktu tertentu yang kaku, disebut Waktu Sampling (T_s). Komputer digital tidak memahami operator turunan kontinu $dy(t)/dt$ secara langsung. Oleh karena itu, turunan tersebut harus didekati dengan skema perbedaan numerik, misalnya metode Backward Difference:

$$dy(t) / dt \approx [y(k) - y(k-1)] / T_s$$

Substitusikan pendekatan perbedaan ini ke dalam persamaan diferensial awal di atas:

$$\tau [(y(k) - y(k-1)) / T_s] + y(k) = K \cdot u(k-1)$$

Jika kita kumpulkan suku-suku $y(k)$ dan melakukan manipulasi aljabar untuk mencari nilai output sampel saat ini, kita mendapatkan bentuk Persamaan Beda Diskrit (Difference Equation):

$$y(k) = [\tau / (\tau + T_s)] y(k-1) + [(K \cdot T_s) / (\tau + T_s)] u(k-1)$$

Untuk menyederhanakan proses struktur algoritma identifikasi sistem, kita mendefinisikan parameter kombinasi linier internal yang menempel pada data historis sebagai konstanta a dan b :

$$y(k) = a \cdot y(k-1) + b \cdot u(k-1)$$

Di mana jembatan konversinya adalah: $a = \tau / (\tau + T_s)$ dan $b = (K \cdot T_s) / (\tau + T_s)$

3. Teori Dasar Least Squares & Formulasi Matriks

Misalkan kita memiliki data pengamatan eksperimen dari sampel $k=1$ sampai $k=N$. Persamaan linear bertumpuk yang terbentuk pada setiap deret waktu adalah:

$$\begin{array}{llllllllllll} \text{Untuk} & k=1 & \rightarrow & y(1) & = & a & \cdot & y(0) & + & b & \cdot & u(0) \\ \text{Untuk} & k=2 & \rightarrow & y(2) & = & a & \cdot & y(1) & + & b & \cdot & u(1) \\ & \dots & & & & & & & & & & \\ \text{Untuk} & k=N & \rightarrow & y(N) & = & a & \cdot & y(N-1) & + & b & \cdot & u(N-1) \end{array}$$

Dalam representasi matriks kompak ($Y = \Phi\theta$), struktur ini ditulis menjadi:

$$Y = [y(1), y(2), \dots, y(N)]^T$$

$$\Phi = [[y(0), u(0)], [y(1), u(1)], \dots, [y(N-1), u(N-1)]]$$

$$\theta = [a, b]^T$$

Karena adanya noise pengukuran riil, persamaan mengandung residu error ε . Untuk mendapatkan nilai pendekatan parameter (θ -hat) yang meminimalkan total kuadrat error tersebut, digunakan Persamaan Normal Least Squares:

$$\theta\text{-hat} = (\Phi^T \Phi)^{-1} \Phi^T Y$$

4. Contoh Perhitungan Manual (Langkah demi Langkah)

Mari kita lakukan komputasi manual menggunakan data mini (4 sampel data) untuk memahami cara kerja internal mesin komputer. Diketahui Waktu Sampling $T_s = 0.1$ detik.

Data Eksperimen Uji Sistem:

- Sampel $k=0 \rightarrow t = 0.0s \rightarrow u(0) = 1.0 \rightarrow y(0) = 0.0$
- Sampel $k=1 \rightarrow t = 0.1s \rightarrow u(1) = 1.0 \rightarrow y(1) = 0.3$
- Sampel $k=2 \rightarrow t = 0.2s \rightarrow u(2) = 1.0 \rightarrow y(2) = 0.5$
- Sampel $k=3 \rightarrow t = 0.3s \rightarrow u(3) = 1.0 \rightarrow y(3) = 0.65$

Langkah 1: Susun Vektor Y dan Matriks Regressor Φ

Vektor output Y diisi oleh data aktual dimulai dari indeks $k=1$ hingga $k=3$:

$$Y = [\begin{matrix} 0.3 \\ 0.5 \\ 0.65 \end{matrix}]$$

Matriks Φ diisi oleh pasangan baris data masa lalu $[y(k-1) \ u(k-1)]$:

$$\Phi = [\begin{matrix} 0.0 & 1.0 \\ 0.3 & 1.0 \\ 0.5 & 1.0 \end{matrix}]$$

Langkah 2: Hitung Perkalian Transpose Matriks ($\Phi^T \Phi$)

$$\Phi^T = [\begin{matrix} 0.0 & 0.3 & 0.5 \\ 1.0 & 1.0 & 1.0 \end{matrix}]$$

$$\Phi^T \Phi = [\begin{matrix} (0^2 + 0.3^2 + 0.5^2) & (0 \cdot 1 + 0.3 \cdot 1 + 0.5 \cdot 1) \\ (1 \cdot 0 + 1 \cdot 0.3 + 1 \cdot 0.5) & (1^2 + 1^2 + 1^2) \end{matrix}]$$

$$\Phi^T \Phi = [\begin{matrix} 0.34 & 0.8 \\ 0.8 & 3.0 \end{matrix}]$$

Langkah 3: Hitung Invers dari $(\Phi^T \Phi)$

Determinan = $(0.34 \times 3.0) - (0.8 \times 0.8) = 1.02 - 0.64 = 0.38$

$$(\Phi^T \Phi)^{-1} = (1 / 0.38) \times \begin{bmatrix} 3.0 & -0.8 \\ -0.8 & 0.34 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} 7.8947 & -2.1053 \\ -2.1053 & 0.8947 \end{bmatrix}$$

Langkah 4: Hitung Vektor Proyeksi $\Phi^T Y$

$$\Phi^T Y = \begin{bmatrix} (0 \times 0.3) + (0.3 \times 0.5) + (0.5 \times 0.65) \\ (1 \times 0.3) + (1 \times 0.5) + (1 \times 0.65) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.475 \\ 1.450 \end{bmatrix}$$

Langkah 5: Hitung Nilai Vektor Parameter Akhir θ -hat

$$\theta\text{-hat} = \begin{bmatrix} 7.8947 & -2.1053 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.475 \\ 1.450 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.697 \\ 0.297 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{matrix} \text{a-hat} \\ \text{b-hat} \end{matrix}$$

Langkah 6: Konversi Kembali ke Parameter Fisik Kontinu (K dan τ)

Menggunakan invers jembatan formulasi diskretisasi:

$$\begin{aligned} \tau &= -T_s / \ln(\text{a-hat}) = -0.1 / \ln(0.697) \approx 0.277 \text{ detik} \\ K &= \text{b-hat} / (1 - \text{a-hat}) = 0.297 / (1 - 0.697) \approx 0.980 \end{aligned}$$

Maka, bentuk fungsi transfer kontinu berderajat satu hasil identifikasi eksperimen ini adalah:

$$G(s) = 0.980 / (0.277s + 1)$$

5. Praktik Simulasi Komputer

A. Kode Program Menggunakan Python

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# 1. Setup Parameter Fisik Asli & Data
Ts = 0.05
t = np.linspace(0, 10, 200)
K_true, tau_true = 2.0, 1.5

y_ideal = K_true * (1 - np.exp(-t/tau_true))
np.random.seed(42)
noise = np.random.normal(0, 0.08, len(t))
y_noisy = y_ideal + noise
u = np.ones_like(t)

# Preprocessing: Moving Average Filter (Window = 10)
window = 10
kernel = np.ones(window) / window
y_filtered = np.convolve(y_noisy, kernel, mode='same')

# 2. Algoritma Least Squares
```

```

N = len(t)
Y = y_filtered[1:N]
Phi = np.zeros((N-1, 2))
Phi[:, 0] = y_filtered[0:N-1]
Phi[:, 1] = u[0:N-1]

theta_hat = np.linalg.inv(Phi.T @ Phi) @ Phi.T @ Y
a_est, b_est = theta_hat[0], theta_hat[1]

# Konversi Kontinu
tau_est = -Ts / np.log(a_est)
K_est = b_est / (1 - a_est)

print(f'K Estimasi: {K_est:.4f} | tau Estimasi: {tau_est:.4f}')

```

B. Kode Program Menggunakan MATLAB

```

% 1. Setup Data Kontinu
Ts = 0.05; t = linspace(0,10,200)';
K_true = 2.0; tau_true = 1.5;
y_ideal = K_true * (1 - exp(-t/tau_true));
y_noisy = y_ideal + 0.08 * randn(size(t));
u = ones(size(t));

% Filtering
window = 10; kernel = ones(1, window)/window;
y_filtered = conv(y_noisy, kernel, 'same');

% 2. Operasi Least Squares Matriks
N = length(t);
Y = y_filtered(2:N);
Phi = [y_filtered(1:N-1), u(1:N-1)];
theta_hat = (Phi' * Phi) \ (Phi' * Y);

tau_est = -Ts / log(theta_hat(1));
K_est = theta_hat(2) / (1 - theta_hat(1));
fprintf('K: %.4f | tau: %.4f\n', K_est, tau_est);

```

6. Latihan Soal Mandiri (Perhitungan Manual Mandiri)

Diketahui data respons uji undak (step response) sistem termal orde satu dengan input $u(k) = 2.0$ konstan dan waktu sampling $T_s = 0.2$ detik adalah sebagai berikut:

- $k=0 \rightarrow y(0) = 0.0$
- $k=1 \rightarrow y(1) = 0.5$
- $k=2 \rightarrow y(2) = 0.9$
- $k=3 \rightarrow y(3) = 1.2$

Pertanyaan Tugas:

6. Susunlah bentuk susunan matriks regressor Φ dan vektor output Y dari data di atas secara manual!

7. Hitung perkalian matriks dan inversi secara manual untuk memperoleh nilai parameter diskrit a dan b !
8. Carilah parameter fisik kontinu berupa nilai gain (K) dan konstanta waktu (τ) dari sistem termal tersebut!