

*Note:* Dokumen ini sekaligus berfungsi sebagai petunjuk untuk langkah-langkah perancangan yang harus dilakukan untuk mengerjakan *Project 2-2020* ini. Semua *file* yang diperlukan dapat diunduh dari [http://www.unhas.ac.id/rhiza/arsip/kuliah/Perancangan-Sistem-Kendali/PSKendali2020/PROJECT\\_2\\_2020/](http://www.unhas.ac.id/rhiza/arsip/kuliah/Perancangan-Sistem-Kendali/PSKendali2020/PROJECT_2_2020/)

1. Kendalian (*plant*) yang akan dikendalikan adalah sistem pengatur suhu ruangan yang data pengamatan-nya sudah diambil di LSKI sebelum terjadi kasus COVID-19. Model SIMULINK kendalian ini adalah *file Project\_2\_2020\_Plant.slx*, yang sama dengan model yang dibangun di kelas (tinggal **disesuaikan** dengan data pengamatan yang diperoleh mahasiswa), dengan tambahan sebagai berikut:

(a) *lagging* pada sub-sistem sensor LM-35, dengan konstanta waktu  $t = 5 \text{ seconds}$ , untuk lebih jelasnya tentang *lagging* ini, bisa dipelajari *file delay\_and\_lagging.mdl*, dengan *M-script penggambar\_delay.m* untuk menggambarkan hasilnya.

(b) Modul *pembatas* suhu sehingga suhu keluaran selalu dalam *range*  $25 \leq \tau \leq 75$  Celcius.

(c) *True-RMS Meter* untuk mengukur **RMSE** (*Root Mean Square Error*), yaitu nilai **RMS** (efektif) dari selisih antara tegangan acuan dengan keluaran sensor, atau ERROR  $e(t)$ , dengan persamaan:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [e(t)]^2 dt}$$

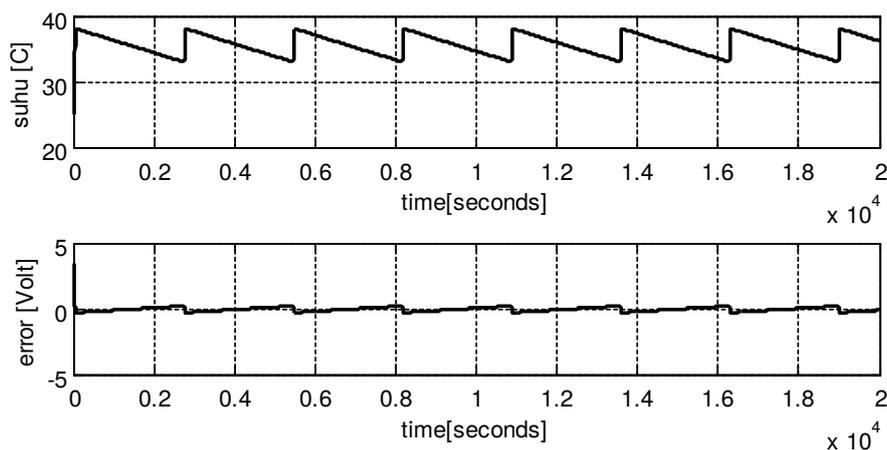
Untuk lebih jelasnya tentang model *True-RMS Meter* dapat dipelajari *file True\_SMS\_Meter.slx* dengan *M-script penggambar\_RMS.m* untuk menggambarkan hasilnya.

2. Jika model kendalian *Project\_2\_2020\_Plant.slx* dijalankan, kemudian hasilnya digambarkan dengan *M-script penggambar\_suhu.m*, maka akan diperoleh kurang lebih (**tergantung data-pengamatan yang digunakan**) seperti terlihat pada **Gambar 1**. Untuk kasus yang digunakan di sini, diperoleh hasil pengukuran **RMSE** sebesar **0.1693 Volt**.

3. Selanjutnya, ditambahkan pengendali PID seperti terlihat pada model *Project\_2\_2020\_Plant\_PID.slx* yang menambahkan Pengendali PID pada kendalian pengatur suhu ruangan. Tujuan dari pengendalian adalah untuk **meminimisasi RMSE**, dengan menerapkan 5 (lima) skenario PID:

$$H(s) = \text{EFFORT}(s)/\text{ERROR}(s) = K_p + K_i/s + K_d s$$

- Skenario 1: Pengendali **P**(*roportional*) :  $K_i = K_d = 0$
- Skenario 2: Pengendali **I**(*ntegral*) :  $K_p = K_d = 0$
- Skenario 3: Pengendali **PI** (*Proportional-Integral*) :  $K_d = 0$
- Skenario 4: Pengendali **PD** (*Proportional-Derivative*) :  $K_i = 0$
- Skenario 5: Pengendali **PID** :  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  ketiganya *non-zero*



**Gambar 1** Tanggapan waktu dari suhu keluaran  $T(t)$  dan ERROR  $e(t)$  untuk kondisi tanpa pengendali,  $K_p = K_i = K_d = 0$ , **RMSE = 0.1693 Volt**

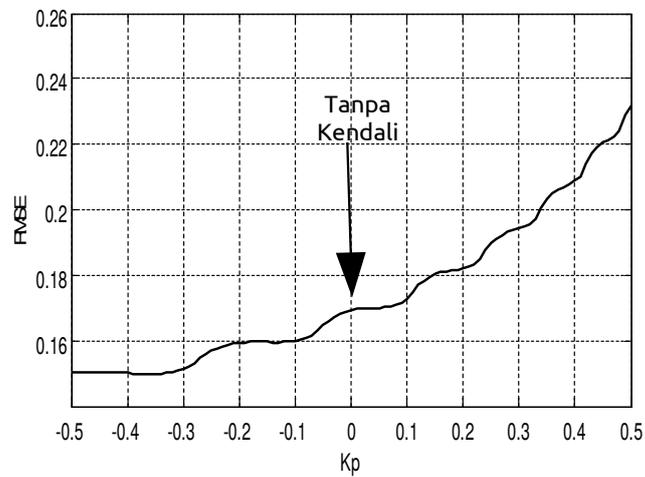
4. Skenario 1 untuk Pengendali **P**, dapat dijalankan dengan *M-script simulasi\_Project\_2\_variasi\_PID.m* (hanya sebagai contoh, silakan di-modifikasi seperlunya). Untuk variasi  $K_p$  sekitar nol :  $-0.5 < K_p < +0.5$  diperoleh variasi **RMSE** sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2**. Sedangkan untuk variasi  $K_p$  :  $-2 < K_p < 0$  diperoleh variasi **RMSE** sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 3**.

5. **Gambar 4** menunjukkan tanggapan suhu ruangan ketika diterapkan Skenario 1 dengan  $K_p = -2$ , diperoleh **RMSE = 0.1262 Volt**.

6. Langkah 4 dan 5 di atas diulangi untuk Skenario 2 sampai 5, sehingga nantinya dapat dibuat hasil percobaan seperti ditunjukkan pada **Tabel 1**. Dari **Tabel 1** ini kemudian bisa diperoleh kesimpulan skenario pengendalian mana yang bisa menghasilkan **RMSE** terkecil.

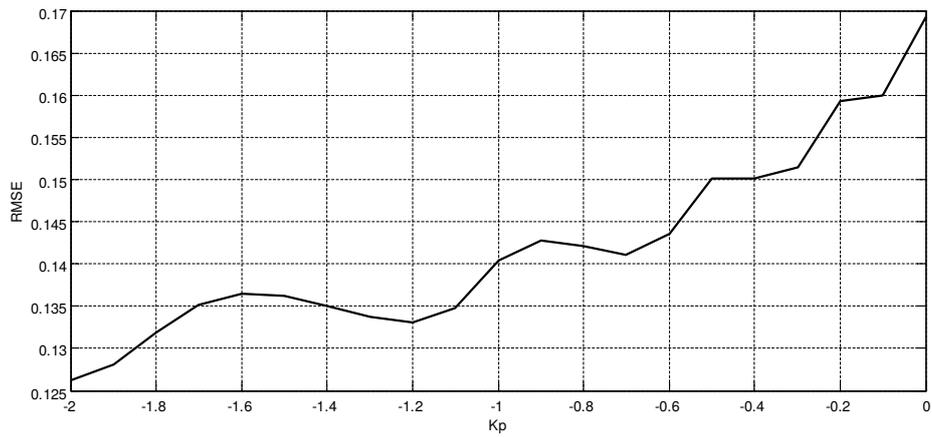
**Tabel 1**

Skenario	$K_p$	$K_i$	$K_d$	RMSE [Volt]
TANPA PENGENDALI	0	0	0	0.1693
1. Pengendali P	-2	0	0	0.1262
2. Pengendali I	0		0	
3. Pengendali PI			0	
4. Pengendali PD		0		
5. Pengendali PID				

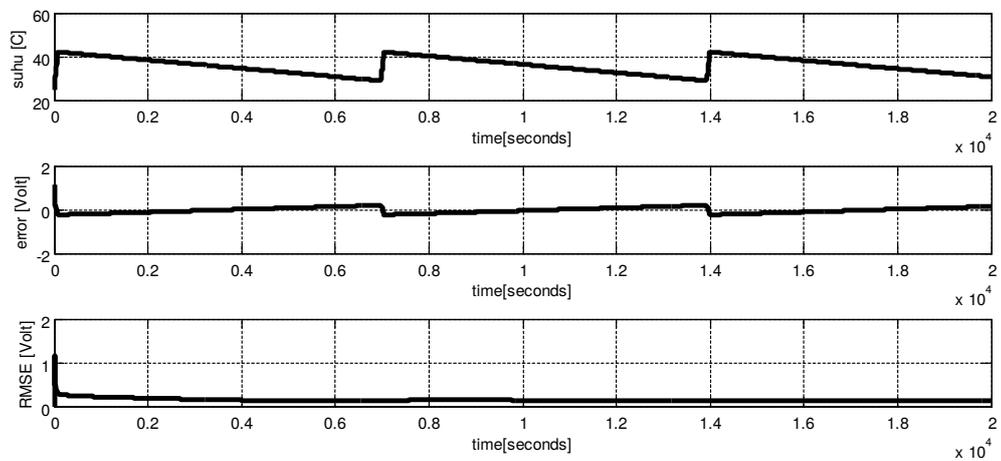


**Gambar 2** Variasi RMSE untuk Variasi  $-0.5 < K_p < 0.5$

**Gambar 3** Variasi **RMSE** untuk Variasi  $-2 < K_p < 0$



**Gambar 3** Variasi **RMSE** untuk Variasi  $-2 < K_p < 0$



**Gambar 4** Tanggapan waktu dari suhu keluaran **T(t)**, **ERROR e(t)** dan **RMSE** untuk kondisi dengan pengendali **P**,  $K_p = -2$ ,  $K_i = K_d = 0$ , **RMSE = 0.1262 Volt**