

# Implementasi Sistem Kendali Proporsional Integral Derivatif (PID) pada *Porototype* Pendeteksi *Brightness* Cahaya Ruangan

## Implementation of Proportional Integral Derivative (PID) Control System in Room Brightness Detection Prototype

Masyitah Aulia<sup>1\*</sup>, Kurniawati<sup>2</sup>, Paris Ali Topan<sup>3</sup>, Titi Andriani<sup>4</sup>, Desi Maulidyawati<sup>5</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa Besar, Indonesia  
masyitah.aulia@uts.ac.id<sup>1\*</sup>, kurniawatisulaiman@gmail.com<sup>2</sup>, paris.ali.topan@uts.ac.id<sup>3</sup>,  
titi.andriani@uts.ac.id<sup>4</sup>, desi.maulidyawati@uts.ac.id<sup>5</sup>

Submitted: 15 Juli 2022, Revised: 26 Oktober 2022, Accepted: 30 November 2022

**Abstrak** – Kendali PID digunakan pada alat untuk menentukan akurasi sistem gabungan dengan karakteristik umpan balik sistem, berdasarkan nilai error yang didapat dari nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  yang merespon dimmer. Dimmer berfungsi untuk mengatur kecerahan lampu, kemudian akan dikontrol oleh Arduino UNO. Eksperimen ini dikhususkan untuk menguji kontrol P, PD, PI, dan PID sebagai modul pembelajaran praktikum di program studi teknik elektro, Universitas Teknologi Sumbawa. Uji coba terkontrol ini mendapatkan 200 data yang tercatat dengan nilai set point yang sama yaitu 2 dan dalam waktu sangat cepat yaitu 200 detik. Kontrol P dengan kenaikan atau penurunan nilai  $K_p$  menghasilkan stabilitas sistem 10%, kontrol PI dengan peningkatan nilai  $K_p$  dan  $K_i$  menghasilkan stabilitas sistem 20% sedangkan ketika nilai  $K_p$  dinaikkan dan  $K_i$  diturunkan sistem tidak stabil. Kontrol PD sama sekali tidak mendapatkan kinerja sistem yang stabil. Kontrol PID dengan menaikkan nilai  $K_p$  dan  $K_i$ , dan menurunkan nilai  $K_d$  menghasilkan stabilitas sistem yang berhasil 75%, sedangkan ketika  $K_p$  dan  $K_d$  dinaikkan, nilai  $K_i$  diturunkan menghasilkan stabilitas sistem 50%. Sehingga pada penelitian ini kontrol PID akan sangat cocok digunakan sebagai kontrol yang menstabilkan kinerja sistem.

**Kata Kunci:** PID, *Brightness* cahaya ruangan, sistem kontrol, prototype

**Abstract** – PID control is used in the tool to determine the accuracy of a combined system with the feedback characteristics of the system, based on the error values obtained from the  $K_p$ ,  $K_i$ , and  $K_d$  values that respond to the dimmer. The dimmer functions to adjust the brightness of the lamp, then it will be controlled by Arduino UNO. This experiment is devoted to testing P, PD, PI, and PID control as practicum learning modules in the electrical engineering study program, at the Sumbawa University of Technology. This controlled trial obtained 200 recorded data with the same set point value of 2 and in a very fast time of 200 seconds. P control with increased or decreased  $K_p$  value resulted in 10% system stability, PI control with increased  $K_p$  and  $K_i$  values resulted in 20% system stability whereas when  $K_p$  value was increased and  $K_i$  decreased the system was unstable. PD control does not get stable system performance at all. PID control with increased  $K_p$  and  $K_i$  values, and lowered  $K_d$  values resulted in 75% successful system stability, whereas when  $K_p$  and  $K_d$  were increased,  $K_i$  values were lowered resulting in 50% system stability. So in this study, the PID control would be very suitable to be used as a control that stabilizes system performance.

**Keywords:** PID, room brightness, control system, prototype

## 1. Pendahuluan

Teknologi semakin hari semakin berkembang, cara belajar mengajar pun tidak hanya berpusat pada teori, tapi juga dibutuhkan praktik. Penerapan praktik ini sangat berpengaruh untuk kreatifitas belajar mengajar yang mendidik dan menyenangkan. Dengan penerapan yang tepat, hal ini akan mendorong mahasiswa semakin mendalami materi yang baru saja dipelajari. Disalah satu lembaga pendidikan yaitu Universitas Teknologi Sumbawa khususnya di Program Studi Teknik Elektro, pengadaan alat untuk media belajar praktikum sangat kurang sehingga membuat terhambatnya mahasiswa dalam memahami teori secara lebih real. Salah satu mata kuliah yang belum memiliki alat peraga sebagai media pembelajaran secara praktik adalah mata kuliah dasar sistem kendali dan teknik kendali, dimana mata kuliah ini sangat sukar dipahami jika hanya dijelaskan dengan teori. Salah satu materi yang menarik dan sangat bermanfaat untuk mahasiswa kedepannya adalah penerapan teori tentang kendali PID.

Pengontrol PID adalah pengontrol yang paling banyak digunakan pada proses kontrol di industri. Penggunaan kontrol PID menjadi yang paling umum saat ini karena memiliki kemudahan desain dan implementasinya, keandalan yang tinggi, ketahanan dan efektifitas yang bagus[1][2]. PID itu sangat sederhana jika ingin memahaminya, singkatnya kontrol PID itu berkaitan dengan masa lalu, masa kini dan prediksi masa depan untuk mengambil sebuah keputusan untuk tindakan masa depan. Hal ini ditunjukkannya dengan adanya pengaruh dari kontrol proposional, integral dan derifatif yang saling melengkapi.  $K_p$  diberikan untuk kesalahan saat ini,  $K_i$  bekerja berdasarkan kesalahan masa lalu, dan  $K_d$  memprediksi tingkat perubahan dan mengurangi kesalahan agar tidak terjadi di masa mendatang[3]. Jika kontrol tersebut digabungkan menjadi kontrol PID maka kemungkinan yang terjadi adalah sistem akan merespon perubahan dengan cepat (derivatif), melacak posisi yang diperlukan (proporsional), dan mengurangi kesalahan steady state (integral)[4][5].

Pada tahun 2019 telah dilakukan penelitian oleh Nurdiansyah, yang berisikan tentang implemantasi metode PID untuk pengendalian suhu untuk proses pengeringan kerupuk ikan. Dimana penelitiannya mendapatkan hasil bahwa penerapan metode PID yang ia gunakan mendapatkan hasil 40% proses pengeringan ikan berhasil dengan tetap mempertahankan nilai *setpoint* yang ia tentukan[6]. Kemudian ditahun 2021 dilakukan penelitian oleh Isdaryani yang berjudul sintesis kendali PID digital dengan diskritisasi langsung dan *backward defference*, sintesis kendali PID digital menggunakan dua metode yaitu diskritisasi langsung dan Backward Difference telah berhasil diterapkan pada sistem plant level air. Parameter kendali PID diperoleh menggunakan pendekatan grafik respon sistem yaitu metode Ziegler Nichols tipe 1 (ZN1) dan tipe 2 (ZN2). Hasil pengujian menunjukkan kendali PID diskrit menggunakan Backward Difference menghasilkan respons sistem yang lebih baik dibandingkan metode diskritisasi langsung dengan nilai  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$  adalah 50, 80 dan 0,001 menghasilkan respons dengan nilai rise time, settling time dan overshoot berturut-turut sebesar 33,66s, 90,39s dan 0,9%. Namun pada penelitian ini masih terdapat gangguan yang membuat respon sistem lama[7]. Ditahun yang sama dilakukan juga penelitian oleh Permana dengan judul sistem penjernih air dengan kendali PID berbasis Arduino. Pada penelitian ini berisikan tentang tingkah keruh air dideteksi oleh sensor LDR, kemudian akan disaring dalam *water treatment* yang akan dipantau menggunakan aplikasi *invertor*. Hasil yang didapatkan adalah kejernihan dan kekeruhan bergantung pada keluaran PID dan nilai kesalahan saat nilai yang ditetapkan adalah 518,  $K_p=1$ ,  $K_i=0.2$ ,  $K_d=0.01$ , Untuk jernihnya nilai PID output sebesar 99 dinyatakan jernih atau bersih, dan PID output sebesar 120 dinyatakan keruh. Akan tetapi sistem ini sangat terbatas oleh jarak. Semakain jauh jarak pusat kontrolnya maka akan semakin tidak stabil sistem bekerja[8].

Dari beberapa penelitian tersebut, penelitian tentang penggunaan Kendali PID untuk pengendalian masih sangat diperlukan dikarenakan penerapan pengendalian PID ini sangat membantu dalam pengontrolan dan ada beberapa komponen yang masih kurang efektif, seperti dibutuhkannya sebuah sistem filter supaya proses pembacaan suatu data oleh sensor dapat terlihat secara jelas pada saat proses *settling time*, *overshoot* dan *steady state* atau menggunakan komponen yang lain untuk mendapatkan data yang lebih akurat, selain itu ada beberapa yang

perlu diubah dan diperbaiki. Dalam proses pembelajaran pada Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Rekayasa Sistem Universitas Teknologi Sumbawa masih dominan pada teori. Hal ini dikarenakan kekurangan serta keterbatasan dari fasilitas yang dimiliki. Oleh karena itu dengan adanya alat ini dapat menjadi media pembelajaran praktik untuk mata kuliah yang bersangkutan sekaligus dapat membantu dalam proses perancangan dan menganalisis sistem berbasis kendali PID.

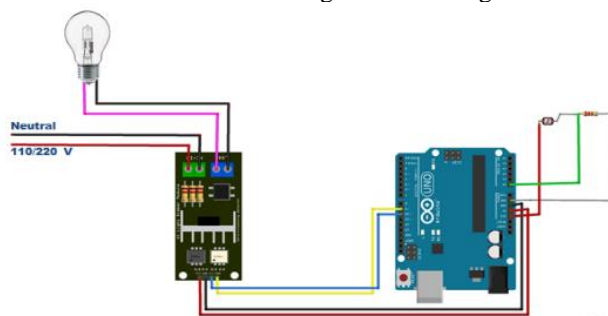
Tujuan dari pembuatan sistem ini yang paling utama adalah sebagai bahan pembelajaran mahasiswa sebagai wujud pembelajaran praktik yang berkaitan dengan mata kuliah sistem kendali yaitu kendali PID yang disimulasikan pada suatu punarupa atau *prototype* yang dapat mengendalikan *brightness*[9] lampu dalam ruangan menggunakan sistem kendali PID[10]. Sehingga wujud fisik dari punarupa ini dapat menjadi media pembelajaran dan acuan untuk praktikum sistem kendali khususnya untuk sistem kendali menggunakan PID di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Rekayasa Sistem, Universitas Teknologi Sumbawa.

**2. Metode Penelitian**

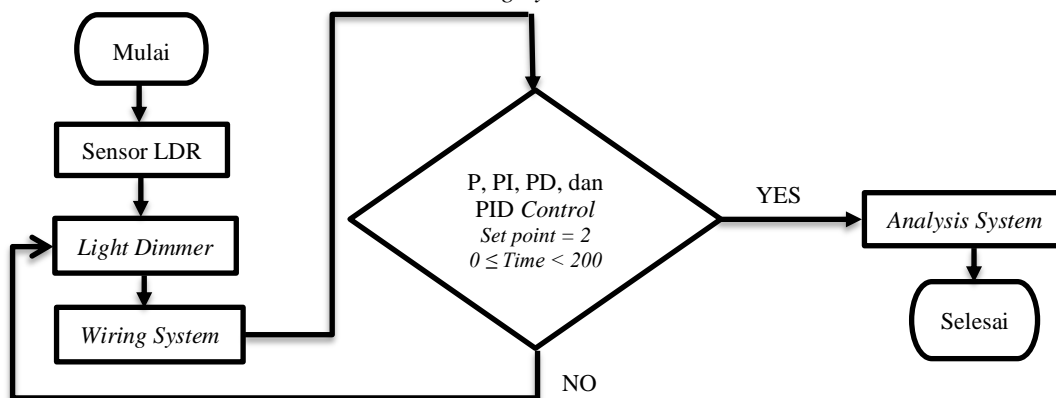
Penelitian ini dilakukan dengan 3 tahap perancangan, yang paling awal dirancang adalah perancangan sensor LDR, Perancangan AC *Light Dimmer*, dan Perancangan *wiring system* keseluruhan. Gambar 1 merupakan urutan perancangan sistem yang akan dibangun yang kemudian akan dijelaskan pada Gambar 2 yang menjelaskan hubungan sistem keseluruhan dan Gambar 3 menjelaskan proses pengendalian sistem secara keseluruhan.



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan



Gambar 2. Wiring System Keseluruhan

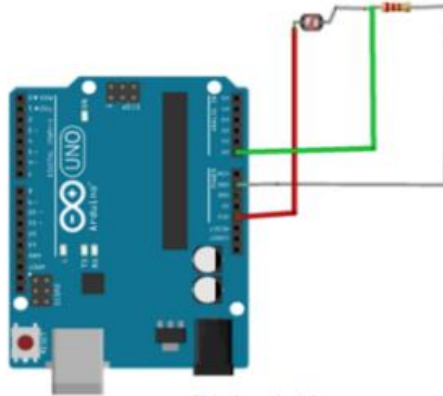


Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

**3.1. Perancangan Sensor LDR (Light Dependent Resistor)**

Sensor LDR berfungsi sebagai pembaca nilai cahaya lampu pijar. Saat sensor mendeteksi cahaya maka nilai tahanannya akan turun, sehingga pada saat sensor LDR mendapat cahaya terbesar maka tegangan yang dihasilkan adalah tinggi. Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan

dari cakram pada LDR menghasilkan elektron bebas dengan jumlah relatif kecil yang ditunjukkan pada Gambar 4 dengan detail pin I/O dijelaskan pada Tabel 3.



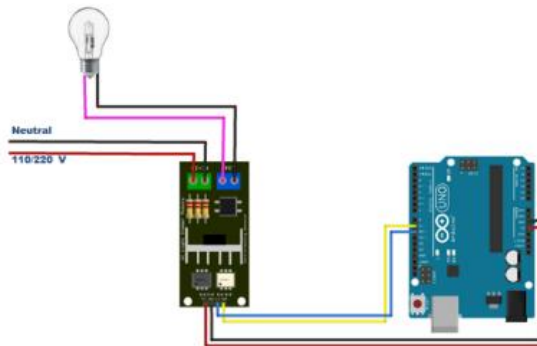
Gambar 4. Rangkaian Sensor LDR pada Mikrokontroler *Arduino UNO*

Tabel 3. Keterangan Pin Arduino UNO dan Pin Sensor LDR yang terhubung

Pin Arduino Uno	Sensor LDR
Pin A0	Tengah-tengah kaki LDR dan resistor
GND	Ground
3.3 V	Kaki kanan LDR

### 3.2. Perancangan modul AC *Light Dimmer*

Modul AC *light dimmer* berfungsi sebagai pengatur *brightness* dari cahaya lampu pijar dengan memanfaatkan nilai tegangan sebagai *input* dengan menggunakan TRIAC. Semakin besar tegangan gate TRIAC maka semakin kuat intensitas cahaya yang dihasilkan. Tabel 4 menjelaskan pin I/O yang digunakan pada sistem wiring antara Arduino UNO dan Dimmer seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Modul AC *Light Dimmer* pada Mikrokontroler *Arduino UNO*

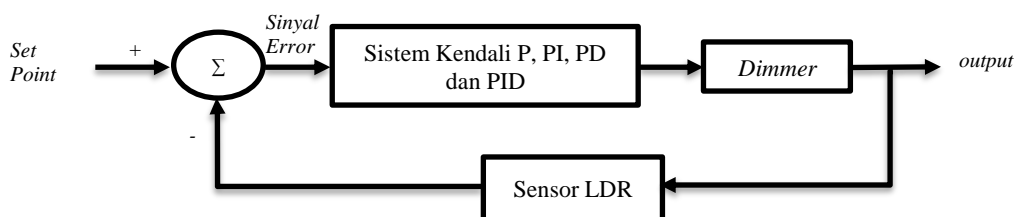
Tabel 4. Keterangan Pin Arduino UNO dan Pin Modul AC *Light Dimmer* yang terhubung

Pin Arduino Uno	Modul AC <i>Light Dimmer</i>
5 Volt	VCC
GND	GND
Pin 10	Z-C
Pin 9	PWM

### 3.3. Perancangan Sistem Keseluruhan

Perancangan sistem secara keseluruhan merupakan gabungan dari perancangan sensor LDR dan modul *light dimmer* yang akan dikendalikan dengan sistem kendali PID. Sistem kendali menggunakan 4 tahap pengujian yaitu, pengujian kendali proposional (P), pengujian kendali

proposional integral (PI), pengujian proposional derivatif (PD), dan pengujian kendali PID. Keempat pengujian dilakukan untuk pembacaan sensor dan cahaya yang dihasilkan dari AC *light dimmer*.



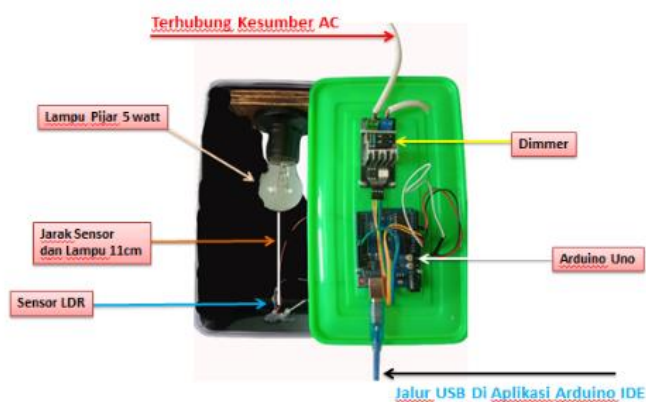
Gambar 6. Blok diagram sistem kendali *brightness* cahaya lampu

Elemen - elemen pengontrol P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar[11][12]. Pengendali PID merupakan gabungan dari kendali proporsional, integral, dan derivatif. Pengendali ini dapat digunakan untuk memperbaiki respon *transien* dengan memprediksi *error* yang akan terjadi. Kendali Proporsional (P), Integral (I), dan Derivatif (D) dapat digunakan bersamaan secara paralel ataupun digunakan terpisah dengan tidak menggunakan salah satu komponen P, I atau D. Dari ketiga parameter tersebut dapat diketahui pengaruh parameter PID terhadap respon sistem dengan mengamati *rise time*, *overshoot/peak-time*, *settling time*, dan *Steady State error*[13].

Untuk mengetahui pengendalian dari suatu kontrol PID maka perlu adanya pengontrolan komponen pemanas yaitu lampu pijar oleh Modul AC *Light Dimmer*. AC *Light Dimmer* atau *driver dimmer*[14] ini sebagai *driver* yang dapat bekerja menggunakan kendali PWM digital. Salah satunya adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengendalikan terang redup cahaya lampu AC 220Volt. Dalam hal ini berfungsi untuk mengontrol turun atau naiknya tegangan AC[8]. Lampu pijar merupakan salah satu komponen yang penting dalam penelitian ini. Karena Filamen yang ada dalam bola kaca di lampu pijar tidak hanya memancarkan cahaya tetapi sebagian energi listrik yang mengalir melalui filamen lampu ini diubah menjadi kalor yang berarti lampu pijar juga penghantar panas yang dapat digunakan untuk memanaskan ruangan atau *chamber*[15]

### 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan perakitan sistem secara keseluruhan seperti yang terlihat pada Gambar 7, maka dilakukan pengujian pada tiap jenis kendali yaitu kendali P, kendali PI, kendali PD dan kendali PID. Setiap dari jenis pengendali memiliki 30 kali percobaan dengan variasi nilai dari setiap jenis pengendali. Untuk mengetahui jenis pengendali mana yang efektif berkerja pada alat maka dilakukan dua metode pengujian yaitu setiap nilai jenis pengendali P, PI, PD, dan PID ada yang dinaikkan dan diturunkan nilainya.



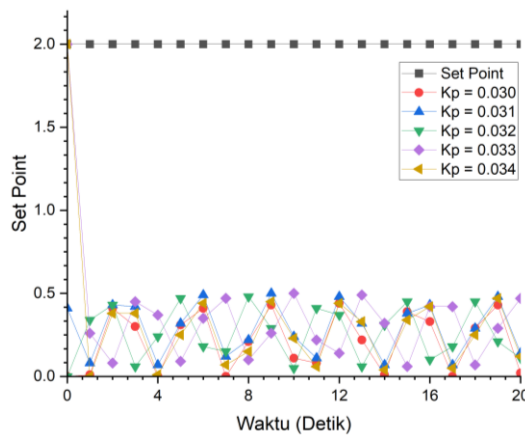
Gambar 7. Prototype pendeteksi *brightness* cahaya lampu

**4.1. Hasil Pengujian Kendali Proposional (P)**

Pada pengujian kendali P yang terlihat pada Tabel 1, dengan nilai set point 2 dalam jangka waktu 200 detik didapatkan hasil yang belum sesuai dengan *set point* yang diinginkan, terjadi *error* yang lumayan besar sehingga membuat pengendalian menggunakan kendali P belum semaksimal yang diinginkan untuk mengatur *brightness* lampu dalam ruangan. Pada Gambar 8 terlihat bahwa nilai *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error* tidak bisa dihilangkan pada kendali P. Dari 30 data saja sudah terlihat bahwa bahwa ketika nilai  $K_p$  dinaikkan maka nilai *rise time* akan menurun, nilai *overshoot* dan *settling time* meningkat, serta membuat *steady state error* tidak bisa dihilangkan. Ketika nilai  $K_p$  dibuat kecil maka  $K_p$  akan melakukan koreksi kesalahan yang kecil juga, yang akan menghasilkan respon sistem yang sangat lambat. Maka dengan demikian kendali P tidak bisa digunakan untuk mengatur *brightness* lampu pada ruangan, disebabkan pencahayaan yang didapatkan tidak terlihat baik.

Tabel 1. Hasil pengujian kendali P

T (Detik)	SET POINT	DATA-DATA PERCOBAAN				
		$K_p = 0.030$	$K_p = 0.031$	$K_p = 0.032$	$K_p = 0.033$	$K_p = 0.034$
0	2	0	0.41	0	2	2
1	2	0.01	0.08	0.34	0.26	0
2	2	0.41	0.43	0.43	0.08	0.38
3	2	0.3	0.42	0.06	0.45	0.38
4	2	0	0.07	0.24	0.37	0.01
5	2	0.31	0.32	0.47	0.09	0.25
6	2	0.41	0.49	0.18	0.35	0.44
7	2	0	0.12	0.15	0.47	0.07
...	2	...	...	...	...	...
...	2	...	...	...	...	...
199	2	0.47	0.08	0.34	0.09	0.30



Gambar 8. Grafik gelombang kendali P terhadap *brightness* lampu

**4.2. Hasil Pengujian Kendali Proposional Integral (PI)**

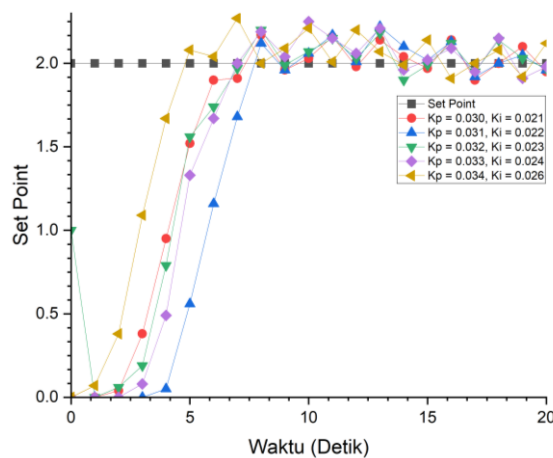
Pada pengujian menggunakan kendali PI dilakukan dengan dua kondisi nilai, saat nilai  $K_p$  dan nilai  $K_i$  dinaikkan dan saat nilai  $K_p$  dinaikkan sedangkan nilai  $K_i$  diturunkan, yang ditunjukkan pada Tabel 2. Penggunaan kendali PI didapatkan hasil yang cukup untuk mengatur kestabilan pencahayaan lampu. Karena pada hasil pengujian terlihat bahwa nilai *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error* dapat dihilangkan. Dari 30 data yang diperoleh didapat bahwa jika nilai  $K_p$  dan  $K_i$  dinaikkan maka menghasilkan perubahan nilai yang kecil pada *rise time*, nilai *overshoot* meningkat, dan nilai pada *settling time* serta *steady state error* mengalami penurunan,

terlihat pada Gambar 9. Dengan menggunakan pengendali PI dengan nilai Kp dan Ki dinaikan didapatkan tingkat kestabilannya berpengaruh pada tingkat pencahayaan lampu.

Saat pengendalian dalam kondisi nilai Kp dinaikkan dan nilai Ki diturunkan, yang ditunjukkan oleh Tabel 3. Dari 30 data yang didapatkan terlihat bahwa nilai yang terbaca pada sensor ternyata belum sesuai dengan *set point* yang diinginkan, masih menghasilkan nilai *error*. Nilai pada *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error* mengalami kenaikan nilai. Perubahan nilai ini cukup mempengaruhi kestabilan tingkat pencahayaan lampu, yang terlihat pada Gambar 10.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kendali PI, Saat Nilai Kp dan Ki Dinaikkan

t (Detik)	SET POINT	DATA-DATA PERCOBAAN				
		Kp = 0.030, Ki = 0.021	Kp = 0.031, Ki = 0.022	Kp = 0.032, Ki = 0.023	Kp = 0.033, Ki = 0.024	Kp = 0.034, Ki = 0.026
0	2	0	0	1	0	0
1	2	0	0	0	0	1.8
2	2	0.04	0	0.06	0	1.99
3	2	0.38	0	0.19	0.08	2.24
4	2	0.95	0.05	0.79	0.49	2.01
5	2	1.52	0.56	1.56	1.33	2.12
6	2	1.9	1.16	1.74	1.67	2.18
7	2	1.91	1.68	1.97	2	2.04
...	2	...	...	...	...	...
...	2	...	...	...	...	...
199	2	1.96	1.96	1.96	2.13	1.96

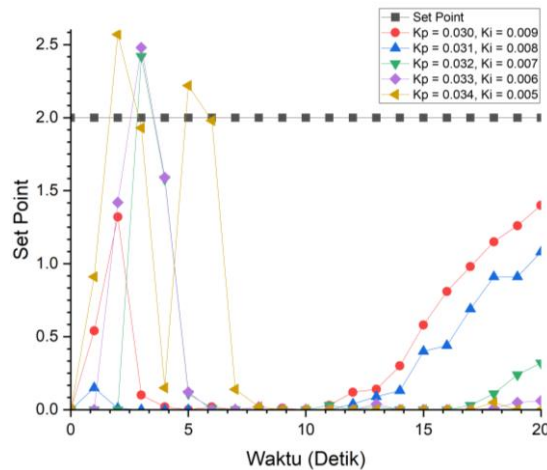


Gambar 9. Grafik Gelombang Kendali PI, Saat Nilai Kp dan Ki Dinaikkan Terhadap *Brightness* Lampu

Tabel 3. Hasil Pengujian Kendali PI, Saat Nilai Kp Dinaikkan dan Nilai Ki Diturunkan dari Data Percobaan Kendali PI Sebelumnya

T (Detik)	SET POINT	DATA-DATA PERCOBAAN				
		Kp = 0.030, Ki = 0.009	Kp = 0.031, Ki = 0.008	Kp = 0.032, Ki = 0.007	Kp = 0.033, Ki = 0.006	Kp = 0.034 Ki = 0.005
0	2	0	0	0	0	0
1	2	0.54	0.15	0	0	0.91

2	2	1.32	0.01	0	1.42	2.57
3	2	0.1	0	2.42	2.48	1.93
4	2	0.02	0	1.58	1.59	0.15
5	2	0	0	0.11	0.12	2.22
6	2	0	0	0	0	0
7	2	0.54	0.15	0	0	0.91
...	2	...	...	...	...	...
...	2	...	...	...	...	...
199	2	2.14	1.92	2.02	2	1.96



Gambar 10. Grafik Gelombang Kendali PI, Saat Nilai Kp Dinaikkan dan Nilai Ki Diturunkan dari Data Percobaan Kendali PI Sebelumnya Terhadap *Brightness* Lampu

4.3. Hasil Pengujian Kendali Proposional Derivatif (PD)

Pengujian dengan kendali PD dilakukan dengan dua kondisi, saat kendali nilai Kp dan nilai Kd dinaikkan dan saat kendali nilai Kp dinaikkan dan nilai Kd diturunkan. Pengujian akan terlihat saat data ke 30 di uji, yang ditunjukkan oleh Tabel 4, dalam kurun waktu 200 detik dengan *set point* yang sama yaitu 2, saat kendali dengan nilai Kp dan Kd dinaikkan terlihat bahwa terjadi *error* yang cukup besar dan tidak dapat mencapai nilai *set point* seperti yang diinginkan. Sehingga penggunaan kendali PD pada tingkat pencahayaan lampu tidak maksimal, nilai *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error* tidak dapat dihilangkan. Maka kendali PD dengan nilai yang dinaikkan perubahan yang didapatkan tidak terlalu berpengaruh pada tingkat pencahayaan lampu kerna terdapat penambahan nilai *error*, Gambar 11.

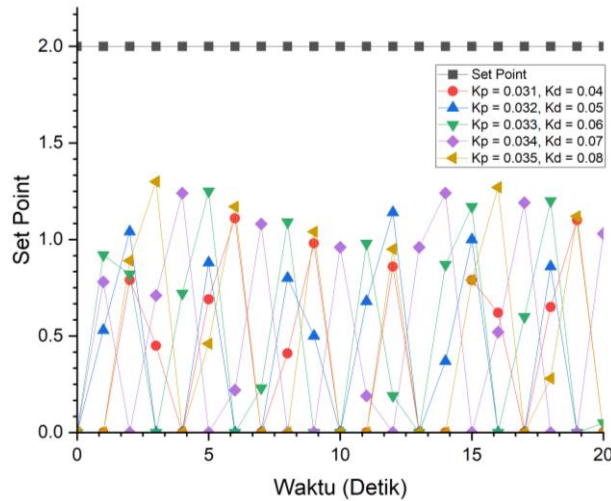
Tabel 5 merupakan saat pengujian kendali dengan kondisi nilai Kp dinaikkan dan nilai Kd diturunkan, dengan waktu dan nilai *set point* yang sama, dari 30 data yang dihasilkan terlihat bahwa nilai *error* yang sangat besar, yang membuat nilai *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error* tidak dapat dihilangkan. Hal ini membuat pengendalian dengan kendali PD kondisi nilai Kp dinaikkan dan nilai Kd diturunkan tidak terlalu berpengaruh pada tingkat pencahayaan lampu, terlihat pada Gambar 12.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kendali PD, Saat Nilai Kp dan Kd Dinaikkan

T (Detik)	SET POINT	DATA-DATA PERCOBAAN				
		Kp = 0.031, Kd = 0.04	Kp = 0.032, Kd = 0.05	Kp = 0.033, Kd = 0.06	Kp = 0.034, Kd = 0.07	Kp = 0.035, Kd = 0.08
0	2	0	0	0	0	0
1	2	0	0.53	0.92	0.78	0



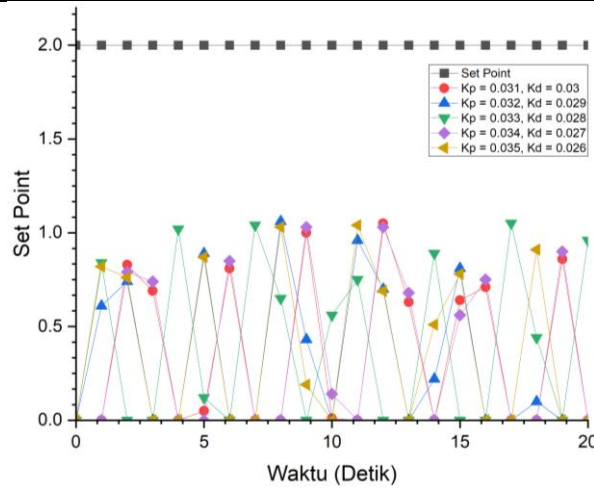
2	2	0.79	1.04	0.82	0	0.89
3	2	0.45	0	0	0.71	1.3
4	2	0	0	0.72	1.24	0
5	2	0.69	0.88	1.25	0	0.46
6	2	1.11	0	0	0.22	1.17
7	2	0	0	0.23	1.08	0
...	2	...	...	...	...	...
...	2	...	...	...	...	...
199	2	0.95	0	0	0.5	1.14



Gambar 11. Grafik Gelombang Kendali PD, Saat Nilai Kp dan Kd Dinaikkan Terhadap *Brightness* Lampu

Tabel 5. Hasil Pengujian Kendali PD, Saat Nilai Kp Tetap Sedangkan Nilai Kd Diturunkan dari Data Percobaan Kendali PD Sebelumnya

t (Detik)	SET POINT	DATA-DATA PERCOBAAN				
		P = 0.031 D = 0.03	P = 0.032 D = 0.029	P = 0.033 D = 0.028	P = 0.034 D = 0.027	P = 0.035 D = 0.026
0	2	0	0	0	0	0
1	2	0	0.61	0.84	0	0.82
2	2	0.83	0.74	0	0.79	0.76
3	2	0.69	0	0	0.74	0
4	2	0	0	1.02	0	0
5	2	0.05	0.89	0.12	0	0.87
6	2	0.81	0	0	0.85	0
7	2	0	0	1.04	0	0
...	2	...	...	...	...	...
...	2	...	...	...	...	...
199	2	0.85	0	0	0.82	0



Gambar 12. Grafik Gelombang Kendali PD, Saat Nilai Kp Tetap Sedangkan Nilai Kd Diturunkan dari Data Percobaan Kendali PD Sebelumnya Terhadap *Brightness* Lampu

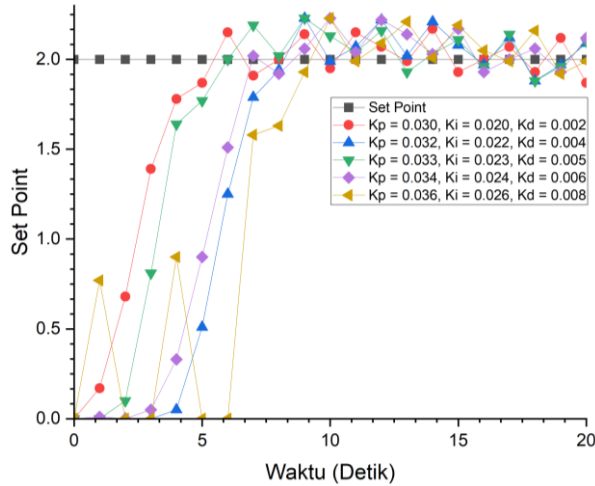
**4.4. Hasil Pengujian Kendali Proposional Integral Derivatif (PID)**

Pengujian dengan kendali PID dilakukan dengan dua kondisi, saat kendali PID dengan nilai Kp dan Kd dinaikkan sedangkan nilai Ki diturunkan, yang terlihat pada Tabel 6, dan saat kendali PID dengan nilai Kp dan Ki dinaikkan dan nilai Kd diturunkan, yang terlihat pada Table 7. Saat pengujian menghasilkan 30 data dengan nilai *set point* yang adalah 2 serta dilakukan dalam waktu 200 detik, pada kondisi Kp dan Kd nilainya dinaikkan dan nilai Ki diturunkan terlihat bahwa nilai *error* yang didapatkan berkurang, dan terjadi perubahan kecil pada nilai *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error*. Hal ini sangat berpengaruh pada tingkat pencahayaan lampu, yang ditunjukkan pada Gambar 13.

Saat kendali pada kondisi nilai Kp dan Ki dinaikkan dan nilai Kd diturunkan, dari 30 data yang dihasilkan terlihat bahwa nilai *error* menurun dan berkurang. Pada kendali ini tidak terlalu banyak perubahan bila dibandingkan dengan kendali PID saat nilainya sama - sama dinaikkan. Didapatkan hasil bahwa saat nilai Kp dan Ki dinaikkan dan nilai Kd diturunkan maka terjadi sedikit perubahan nilai pada *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error*. Perubahan ini menandakan bahwa kendali dengan kondisi nilai Kp dan Ki dinaikkan dan nilai Kd diturunkan sangat berpengaruh pada kestabilan untuk tingkat kecerahan lampu.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kendali PID, Saat Nilai Kp, Ki, dan Kd Dinaikkan

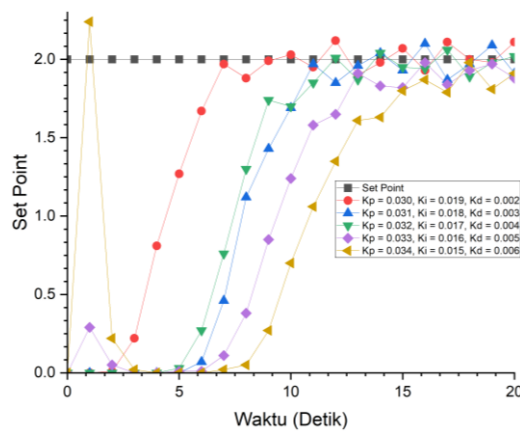
t (Detik)	SET POINT	DATA-DATA PERCOBAAN				
		Kp = 0.030, Ki = 0.020, Kd = 0.002	Kp = 0.032, Ki = 0.022, Kd = 0.004	Kp = 0.032, Ki = 0.023, Kd = 0.005	Kp = 0.034, Ki = 0.024, Kd = 0.006	Kp = 0.036, Ki = 0.026, Kd = 0.008
0	2	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0.01	0.77
2	2	0.68	0	0.1	0	0
3	2	1.39	0	0.81	0.05	0
4	2	1.78	0.05	1.64	0.33	0.9
5	2	1.87	0.51	1.77	0.9	0
6	2	2.15	1.25	2	1.51	0
7	2	1.91	1.79	2.19	2.02	1.58
...	2	...	...	...	...	...
...	2	...	...	...	...	...
199	2	1.91	2.05	2.06	2.11	1.96



Gambar 13. Grafik Gelombang Kendali PID, Saat Nilai Kp, Ki, dan Kd Dinaikkan Terhadap *Brightness* Lampu

Tabel 7. Hasil Pengujian Kendali PID, Saat Nilai Kp Dinaikkan Sedangkan Nilai Ki dan Kd Diturunkan dari Data Percobaan Kendali PID Sebelumnya

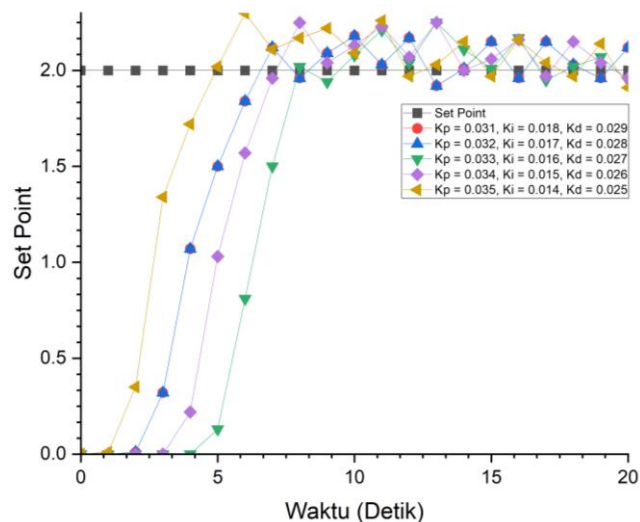
t (Detik)	SET POINT	DATA-DATA PERCOBAAN				
		Kp = 0.030, Ki = 0.019, Kd = 0.002	Kp = 0.031, Ki = 0.018, Kd = 0.003	Kp = 0.032, Ki = 0.017, Kd = 0.004	Kp = 0.033, Ki = 0.016, Kd = 0.005	Kp = 0.034, Ki = 0.015, Kd = 0.006
0	2	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0.29	2.24
2	2	0.01	0	0	0.05	0.22
3	2	0.22	0	0	0	0.02
4	2	0.81	0	0	0	0
5	2	1.27	0	0.03	0.01	0
6	2	1.67	0.07	0.27	0.01	0
7	2	1.97	0.46	0.76	0.11	0.02
...	2	...	...	...	...	...
...	2	...	...	...	...	...
199	2	1.96	1.9	1.97	2.04	2.08



Gambar 14. Grafik Gelombang Kendali PID, Saat Nilai Kp dan Kd Dinaikkan Sedangkan Nilai Ki Diturunkan dari Data Percobaan Kendali PID Sebelumnya Terhadap *Brightness* Lampu

Tabel 8. Hasil Pengujian Kendali PID, Saat Nilai Kp dan Kd Dinaikkan Sedangkan Ki Diturunkan dari Data Percobaan Kendali PID Sebelumnya

t (Detik)	SET POINT	DATA-DATA PERCOBAAN				
		Kp = 0.031, Ki = 0.018, Kd = 0.029	Kp = 0.032, Ki = 0.017, Kd = 0.028	Kp = 0.033, Ki = 0.016, Kd = 0.027	Kp = 0.034, Ki = 0.015, Kd = 0.026	Kp = 0.035, Ki = 0.014, Kd = 0.025
0	2	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0	0.01
2	2	0.01	0.01	0	0	0.35
3	2	0.32	0.32	0	0	1.34
4	2	1.07	1.07	0	0.22	1.72
5	2	1.5	1.5	0.13	1.03	2.02
6	2	1.84	1.84	0.81	1.57	2.3
7	2	2.12	2.12	1.5	1.96	2.11
...	2	...	...	...	...	...
...	2	...	...	...	...	...
199	2	2.04	2.04	1.98	2.13	1.96



Gambar 15. Grafik Gelombang Kendali PID, Saat Nilai Kp dan Kd Dinaikkan Sedangkan Ki Diturunkan dari Data Percobaan Kendali PID Sebelumnya Terhadap *Brightness* Lampu

#### 4. Analisa Keseluruhan Sistem

Dari hasil pengujian pengendalian *brightness* lampu untuk mengetahui kinerja kendali PID yang nantinya akan digunakan sebagai media pembelajaran praktikum sistem kendali di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Rekayasa Sistem, Universitas Teknologi Sumbawa. Dari 4 metode yang dilakukan didapatkan hasil yang berbeda untuk tiap kendalinya, sehingga bisa diketahui mana kendali yang tepat yang bisa digunakan untuk proses *brightness* lampu, yaitu kendali P, PI, PD atau PID.

Dengan jumlah data yang sama, waktu kerja yang sama yaitu 200 detik dan nilai *set point* yang sama dihasilkan perbedaan dari 4 kendali tersebut. Saat melakukan ujicoba dengan menggunakan kendali P yaitu nilai Kp dinaik turunkan respon sistem yang didapat sangat lambat sehingga pencahayaan yang dihasilkan oleh lampu terlihat tidak baik atau sangat redup, ini dikarenakan nilai *error*, *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error* pada sistem tidak bisa dihilangkan. Saat melakukan pengujian dengan menggunakan kendali PI dimana nilai Kp dan Ki akan dinaik turunkan bergantian dihasilkan kestabilan sistem, saat nilai Kp dan Ki

secara berangsur dinaikan yang ditunjukkan dengan adanya penurunan nilai *error*, *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error*, sedangkan saat nilai Kp dinaikkan dan nilai Ki diturunkan kestabilan sistem tidak didapatkan, dikarenakan masih terdapat nilai *error* yang besar dan nilai yang terbaca oleh sensor tidak sesuai dengan *set point* yang diinginkan. Pengujian dengan menggunakan kendali PD, baik nilai Kp dan Kd dinaikkan secara bersamaan bahkan nilai Kp dan Kd dinaikkan turunkan menghasilkan kestabilan sistem yang bekerja tidak stabil, hal ini dikarenakan nilai *error*, *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error* semakin bertambah, sehingga *brightness* lampu tidak menyala. Pengujian dengan menggunakan kendali PID dengan menggunakan 2 kondisi, saat nilai Kp, dan Kd dinaikkan, nilai Ki diturunkan menghasilkan perubahan nilai yang sangat kecil pada nilai *error*, *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error* yang membuat sedikit sistem kerja bekerja stabil, sedangkan saat kendali PID dengan nilai Kp dan Ki dinaikkan dan nilai Kd diturunkan kestabilan sistem dapat dikatakan sebagai sistem yang stabil, hal ini ditunjukkan oleh adanya penurunan nilai *error*, *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error* secara berangsur disetiap detikanya.

Dapat dikatakan bahwa dari keempat kendali tersebut, kendali P dengan nilai Kp dinaikkan turunkan menghasilkan kestabilan sistem sebesar 10%, Kendali PI dengan nilai Kp dan Ki dinaikkan dihasilkan kestabilan sistem sebesar 20% sedangkan saat nilai Kp dinaikkan dan Ki diturunkan tidak didapatkan sistem yang stabil. Kendali PD sama sekali tidak didapatkan kinerja sistem yang stabil. Kendali PID dengan nilai nilai Kp, dan Ki dinaikkan, nilai Kd diturunkan dihasilkan keberhasilan 75% untuk kestabilan sistem, sedangkan saat Kp dan Kd dinaikkan, Ki diturunkan nilainya dihasilkan 50% kestabilan sistem. Maka pada penelitian ini kendali PID akan sangat cocok digunakan sebagai kendali yang membuat kinerja sistem yang stabil.

Perlu diketahui juga bahwa kestabilan pengendalian sistem ini juga berpengaruh pada cahaya external yang dihasilkan saat pengujian dilakukan serta kecepatan kerja sistem yang sangat cepat tercatat dalam hitungan detik sehingga mempengaruhi kinerja dari sensor LDR yang berfungsi sebagai pendeteksi *brightness* lampu.

## 5. Kesimpulan

Dari percobaan dan analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa pengendalian *brightness* lampu dalam ruangan menggunakan kontrol PID guna mengetahui efektifitas kontrol PID menggunakan 4 kendali yaitu kendali P, kendali PI, kendali PD dan kendali PID. Serta berguna untuk proses belajar mahasiswa untuk media praktikum mata kuliah sistem kendali di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Rekayasa Sistem, Universitas Teknologi Sumbawa. Bahwa dari keempat kendali tersebut, kendali P dengan nilai Kp dinaikkan turunkan menghasilkan kestabilan sistem sebesar 10%, Kendali PI dengan nilai Kp dan Ki dinaikkan dihasilkan kestabilan sistem sebesar 20% sedangkan saat nilai Kp dinaikkan dan Ki diturunkan tidak didapatkan sistem yang stabil. Kendali PD sama sekali tidak didapatkan kinerja sistem yang stabil. Kendali PID dengan nilai nilai Kp, dan Ki dinaikkan, nilai Kd diturunkan dihasilkan keberhasilan 75% untuk kestabilan sistem, sedangkan saat Kp dan Kd dinaikkan, Ki diturunkan nilainya dihasilkan 50% kestabilan sistem. Maka pada penelitian ini kendali PID akan sangat cocok digunakan sebagai kendali yang membuat kinerja sistem yang stabil.

Perlu diketahui juga bahwa kestabilan pengendalian sistem ini juga berpengaruh pada cahaya external yang dihasilkan saat pengujian dilakukan serta kecepatan kerja sistem yang sangat cepat tercatat dalam hitungan detik sehingga mempengaruhi kinerja dari sensor LDR yang berfungsi sebagai pendeteksi *brightness* lampu.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada pihak – pihak yang membantu penyelesaian penelitian ini dalam beberapa bulan. Terutama pada para akademisi Teknik Elektro Universitas Teknologi Sumbawa, dan rekan – rekan tim penyusun laporan serta proses penyelesaian pembuatan *prototype* ini yaitu bapak Paris Ali Topan, Ibu Titin Andriani, Ibu Desi Maulidyawati dan saudari Kurniawati.

## Referensi

- [1] M. Arora, N. Raut, and Y. V. Hote, "Tuning of PI/PID controllers for MIMO System using Modified Gerschgorin theorem," in *2019 IEEE International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering, ICECIE 2019 - Proceedings*, 2019, pp. 43–48, doi: 10.1109/ICECIE47765.2019.8974792.
- [2] M. Bahtiar *et al.*, "Penentuan Konstanta PID Sistem Kendali Satelit Sumbu X , Y , dan Z Menggunakan Metode Root Locus," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 20, no. 1, pp. 68–80, 2022, doi: 10.25105/jetri.v20i1.13473.
- [3] M. D. I. Putri, A. Ma'arif, and R. D. Puriyanto, "Pengendali Kecepatan Sudut Motor Dc Menggunakan Kontrol PID dan Tuning Ziegler Nichols," *TECHNO*, vol. 23, no. 1, pp. 09–18, 2022, doi: 10.30595/techno.v23i1.10773.
- [4] A. R. Babu, S. Kibreab, and S. Mehari, "Experimental Studies on Step Response of Water Level Control System with P, PI and PID Control Mechanisms," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 10, pp. 1504–1509, 2020.
- [5] V. K. Singh and P. K. Padhy, "A new approach to PI-PD controller Design using modified relay feedback," in *2018 International Conference on Power Energy, Environment and Intelligent Control, PEEIC 2018*, 2019, pp. 349–353, doi: 10.1109/PEEIC.2018.8665572.
- [6] L. Nurdiansyah, S. Sungkono, and S. Subiyantoro, "Implementasi Metode PID Untuk Pengendalian Suhu Pada Proses Pengeringan Kerupuk Ikan," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 6, no. 3, p. 8, Feb. 2021, doi: 10.33795/elkolind.v6i3.164.
- [7] F. Isdaryani, M. F. V. Hersya, and Feriyonika, "Sintesis Kendali PID Digital dengan Diskritisasi Langsung dan Backward Difference," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 2, p. 467, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i2.467.
- [8] D. Permana and R. H. Sari, Marti Widya & Hardyanto, "Sistem ` Penjernih ` Air dengan Kendali ` PID ` Berbasis Arduino," *Semin. Nas. Din. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 146–149, 2021.
- [9] T. Setiadi *et al.*, "Prototype Rancang Bangun Sistem Lampu dan Kipas Otomatis Menggunakan Sensor PIR Gerak Suhu dan Cahaya Berbasis Arduino UNO," *JCS - TECH*, vol. 2, no. 2, pp. 31–39, 2022, doi: 10.54840/10.54840/jcstech.v2i2.
- [10] V. A. Suoth, H. I. . Mosey, and R. C. Telleng, "Rancang bangun alat pendeteksi intensitas cahaya berbasis Sensor Light Dependent Resistance (LDR)," *J. MIPA*, vol. 7, no. 1, p. 47, 2018, doi: 10.35799/jm.7.1.2018.19609.
- [11] M. H. Hersyah, Firdaus, and H. Nesya, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Otomatisasi Pengereman Elektromagnetik Berbasis Mikrokontroler Dengan Kontrol PID," *J. Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 2, no. 01, pp. 41–50, 2018, doi: 10.25077/jitce.2.01.41-50.2018.
- [12] M. Kumngern and U. Torteanchai, "FDCCII-based P, PI, PD and PID controllers," *2014 4th Int. Conf. Digit. Inf. Commun. Technol. Its Appl. DICTAP 2014*, no. 1, pp. 415–418, 2014, doi: 10.1109/DICTAP.2014.6821722.
- [13] J. Uniyal, M. Joshi, and P. K. Juneja, "Set point tracking capability and comparative response of PI-PD controller with PI, PD and PID controller," in *Proceedings - 2016 International Conference on Advances in Computing, Communication and Automation, ICACCA 2016*, 2016, no. 1, doi: 10.1109/ICACCA.2016.7578883.
- [14] D. Kardha, H. Haryanto, and M. A. Aziz, "Kendali Lampu dengan AC Light Dimmer Berbasis Internet of Things," *Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 27, no. 1, p. 13, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i1.140.
- [15] L. Li and D. Jia, "Research on Air conditioning system of subway station based on fuzzy PID control," in *Proceedings - 2017 4th International Conference on Information Science and Control Engineering, ICISCE 2017*, 2017, pp. 1131–1134, doi: 10.1109/ICISCE.2017.235.