

Rancang Bangun Kendali PID pada Sistem Penerangan Berbasis Node-red

Muhammad Fikrul Ma'arif

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhammad.19021@mhs.unesa.ac.id

Widi Aribowo, Mahendra Widyardono, Aditya Chandra Hermawan

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Email: widiaribowo@unesa.ac.id, mahendrawidyardono@unesa.ac.id, adityahermawan@unesa.ac.id

Abstrak

Pada umumnya sistem penerangan lampu menggunakan prinsip on/off, dengan cara menyalakan lampu pada kondisi ruangan gelap dan mematikan lampu pada kondisi ruangan terang. Hal ini mempunyai kekurangan dari segi efektifitasnya, karena tidak memperhatikan pengaruh luar dan pencahayaan yaitu sinar matahari. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu kendali intensitas cahaya secara otomatis yang tetap mengacu pada pencahayaan sekitar. Tujuan penelitian ini yaitu memahami kinerja alat kendali intensitas cahaya pada sistem penerangan menggunakan metode PID. Perbandingan pengukuran sensor BH1750 dengan alat ukur lux meter diperoleh nilai rata-rata error sebesar 6,61%. Pencarian parameter PID menggunakan metode trial and error dengan 5 kali percobaan pada masing-masing parameter. Pada pengujian setiap parameter didapatkan hasil yang optimal pada parameter PID yaitu $K_p = 0,10$ $K_i = 0,18$ $K_d = 0,10$ dengan nilai respon sistem risetime 7,91, settlingtime 14,63 dan overshoot 0,97

Kata Kunci: Kontrol Intensitas Cahaya, Kontrol PID, ESP32, Sensor BH1750

Abstract

In general, lighting systems use the on/off principle, by turning on the lights in a dark room and turning off the lights in a bright room. This has drawbacks in terms of effectiveness, because it does not pay attention to external influences and lighting, namely sunlight. To overcome this problem, automatic light intensity control is needed which still refers to the surrounding lighting. The aim of this research is to understand the performance of light intensity control devices in lighting systems using the PID method. Comparing the measurements of the BH1750 sensor with a lux meter measuring instrument, an average error value of 6.61% was obtained. Searching for PID parameters uses the trial and error method with 5 attempts on each parameter. In testing each parameter, optimal results were obtained for the PID parameters, namely $K_p = 0.10$ $K_i = 0.18$ $K_d = 0.10$ with a system response value of 7.91, settling time of 14.63 and overshoot of 0.97.

Keywords: Light Intensity Control, PID Control, ESP32, BH1750 Sensor

PENDAHULUAN

Pencahayaan merupakan faktor kenyamanan dalam melakukan suatu aktifitas di dalam ruangan. Menurunnya kinerja manusia dalam ruangan salah satunya disebabkan oleh pencahayaan yang kurang optimal. Cahaya merupakan partikel kecil dan ringan yang bergerak cepat tanpa memerlukan medium, sedangkan yang dimaksud pencahayaan yaitu penyinaran yang digunakan untuk mempermudah suatu kegiatan agar berjalan dengan efektif dan efisien. Pencahayaan merupakan salah satu faktor kenyamanan dalam melakukan aktifitas dalam ruangan. Pencahayaan yang baik dapat meningkatkan produktivitas manusia dalam melakukan aktifitas. Biasanya sistem penerangan akan menyalakan lampu ketika cahaya gelap dan mematikan lampu ketika cahaya sudah terang. Perumahan jenis ini memiliki kelemahan dari segi efisiensi karena tidak memperhitungkan pengaruh luar dan pencahayaan, khususnya sinar matahari (Feisy dan Dwisnanto, 2016).

Pengendalian alat listrik seperti pada lampu merupakan hal yang penting untuk pengolahan energi listrik pada suatu tempat yang mempunyai banyak lampu. Pemborosan energi listrik seringkali terjadi pada suatu ruangan dikarenakan lupa untuk mematikan lampu yang dimana hal tersebut dapat mengakibatkan tidak efisiensinya penggunaan energi listrik. (Reza Aditya Nugroho, 2021). Ilmu pengetahuan dan teknologi kini

telah berkembang sedemikian pesatnya yang mempermudah seseorang dalam melakukan pekerjaan. Secara umum, terdapat dua jenis sistem kendali yaitu sistem kendali otomatis dan sistem kendali manual. Sistem kendali otomatis adalah sistem yang dikendalikan oleh perangkat yang dikonfigurasi untuk beroperasi secara otomatis. Sistem kendali manual merupakan suatu sistem yang dikendalikan oleh manusia (Sumariyah dan Ertika Tanza, 2019).

Dalam sistem kendali otomatis ada beberapa kendali yaitu kendali proposional (P), kendali integral (I), dan kendali Derivative. Pada setiap kendali tersebut mempunyai kelebihan masing – masing. Kendali proposional mempunyai kelebihan meningkatkan waktu atau *overshoot*, menstabilkan respon sistem, dan dapat mengurangi atau menurunkan nilai *error steady state*. Kendali integral mempunyai kelebihan meminimalisir eror yang terjadi pada suatu plant, menurunkan nilai *rise time* namun akan berpengaruh meningkatkan nilai *overshoot*, dan dapat meningkatkan stabilitas pada suatu plant. Kendali derivative mempunyai peran atau fungsi meminimalisir kekurangan atau kelebihan tanggapan respon sistem pada suatu plant, menurunkan nilai *overshoot* pada plant, mengurangi tingkat stabilitas pada plant, dan dapat memberikan perubahan kecil pada nilai *error stady state*. Untuk mendapatkan sistem kendali yang baik, mempunyai pertambahan waktu yang cepat dan

mempunyai tingkat kestabilan yang baik, dapat diperoleh dengan menggabungkan ketiga kendali yaitu kendali proporsional, kendali integral dan kendali turunan. (Tri Wahyu Supardi dkk., 2013).

Maka dalam penelitian ini akan membuat alat kendali PID pada sistem penerangan berbasis node-red. Sistem ini dibuat dengan beberapa komponen elektronika yaitu ESP32, sensor BH1750, AC light dimmer, real time clock, sensor PZEM 004t serta dapat di kontrol menggunakan teknologi Iot (*Internet of Things*) menggunakan platform *node-red*.

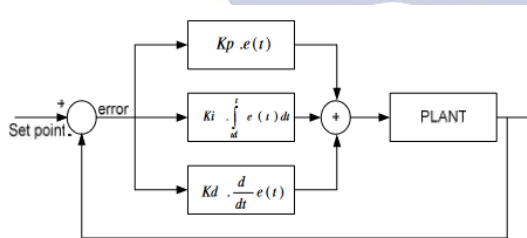
KAJIAN PUSTAKA

Pencahayaan merupakan faktor kenyamanan dalam melakukan suatu aktifitas di dalam ruangan. Pencahayaan yang baik dapat meningkatkan produktifitas manusia dalam melakukan suatu aktifitas. Terdapat 2 jenis pencahayaan yaitu pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. Kelebihan pencahayaan alami adalah dapat menghemat energi listrik. Pencahayaan buatan diciptakan melalui penggunaan energi listrik yang diubah menjadi cahaya. Pencahayaan buatan ini memiliki kekurangan jika tidak digunakan secara efisien akan menimbulkan pemborosan energi.

Kontroler PID

Kontroler PID merupakan suatu kontroler mekanisme dengan menggunakan sistem umpan balik yang dimana biasanya menggunakan suatu sensor sebagai umpan balik. Kontroler PID biasanya digunakan pada sistem kontrol industri. Pada kontroler PID terdapat 3 variabel atau parameter yaitu proposional, integral, dan derifatife. Pada ketiga parameter tersebut memiliki pengaruh yang berbeda beda (Ridwan dkk, 2020). blok diagram kontroler PID dapat dilihat pada Gambar 1. Setiap parameter mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap hasil respon. Berikut ini penjelasan perngaruh masing masing parameter

- a. Kontroler Proporsional



Gambar 1 Kontrol PID (Ridwan dkk., 2020)

Pada kontroler proporsional ini didapatkan dari hasil perkalian konstanta proporsional dengan nilai eror.

- b. Kontroler integral

Pada kontroler intergral mempunyai karekteristik menurunkan waktu naik, menambah *overshoot*, dan waktu turun. Kontrol ini dapat menaikkan tingkat respon sehingga sesuai dengan *output* yang diinginkan.

- c. Kontrol Derivative

Kontroler derivative berpengaruh pada redaman suatu sistem sehingga dapat

meminimalisir lonjakan . Kontroler ini juga tidak dapat menghilangkan *offset* seperti pada kontrol proporsional(Sofyan Shafiudin, 2017).

NODE-RED

Node red adalah alat berbasis browser untuk membangun aplikasi web Things (IoT) di mana lingkungan pemrograman visual memfasilitasi aktivitas pengguna "aliran" untuk membuat aplikasi. Aliran ini terdiri dari node-node yang saling berhubungan hubungan di mana setiap node melakukan tugas tertentu. Meskipun Node-RED telah dibuat Internet of Things (IoT), juga dapat digunakan untuk tujuan umum dan berbagai aplikasi.(Anwar dkk., 2018)

ESP32

ESP 32 merupakan sebuah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh espresnif sistem merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ini memiliki modul WiFi dan Bluetooth bawaan sehingga sangat berguna untuk membuat sistem aplikasi IoT (Internet of Things) (Rasul dkk., 2020).

Modul Pzem004

Modul PZEM-004T merupakan modul sensor serbaguna dengan fokus pada pengukuran energi, tegangan, arus, dan daya. Sensor tegangan dan sensor arus disertakan dengan modul ini. Penggunaan alat ini khusus pada ruangan (indoor) (Mukhsim dkk., 2017.). Modul ini sudah terbalut dengan trafo yang dapat mengukur arus maksimal 100A. Modul ini membutuhkan daya eksternal 5V.

Sensor BH1750

Sensor BH1750 merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi intensitas cahaya sekitar yang memiliki keluaran berupa sinyal digital. Sensor ini lebih mudah untuk penggunaannya serta lebih akurat jika dibandingkan dengan sensor seperti light dependent resistor (LDR) karena pada sensor LDR masih memerlukan perhitungan untuk mengetahui intensitas cahaya dan keluaran sinyal dari sensor LDR masih analog (Kusumo, 2022).

AC Light Dimmer

Modul AC Light Dimmer adalah modul dimmer yang bisa dikendalikan Arduino. Modul ini memiliki detektor perlintasan pin zero yang dapat menentukan waktu yang tepat untuk mengirimkan sinyal PWM(Mujahid Ahmad et al., n.d.). Modul ini memiliki fungsi sebagai pengatur cahaya dari lampu yang memanfaatkan tegangan sebagai input menggunakan TRIAC(Maulidyawati dkk, 2022)

Real Time Clock (RTC)

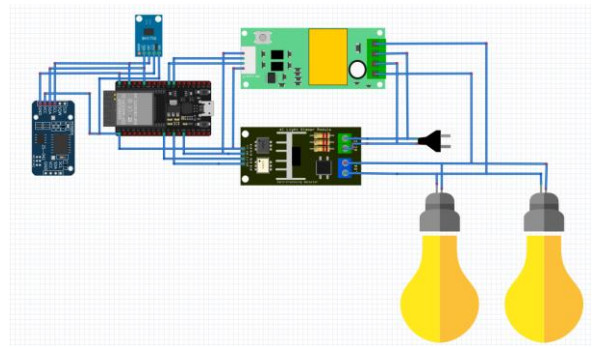
Real Time Clock (RTC) dapat menghitung waktu dengan tepat dalam hitungan detik hingga tahun dan mencatat serta menyimpan informasi waktu ini secara waktu nyata. Jam elektronik yang dikenal sebagai jam waktu nyata (RTC) dapat menghitung dengan tepat waktu dalam hitungan detik hingga tahun dan mencatat serta menyimpan informasi waktu ini secara real-time. Chip RTC umumnya ditemukan pada motherboard PC RTC dianggap sebagai pengatur waktu yang cukup akurat karena menggunakan osilator kristal Seri DS323.(Wiryanto dan Kusumawati, 2018).

Metode Perancangan

Untuk menyelesaikan tugas akhir ini ada beberapa langkah yang harus dilakukan. Pada gambar 2 adalah gambar perancangan sistem dan tahapan penelitian hingga selesai. Pada tahap pertama dilakukan studi literatur dengan mempelajari materi dan juga mencari sumber referensi seperti pada jurnal, paper, maupun tugas akhir, dan juga menentukan rumusan masalah. Setelah menentukan rumusan masalah selanjutnya dilakukan perancangan alat dan pembuatan alat. Setelah pembuatan alat dilakukan tahap pengujian alat dan juga pengambilan data yang nantinya akan dilakukan analisis data untuk menyusun kesimpulan. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

Perancangan Hardware

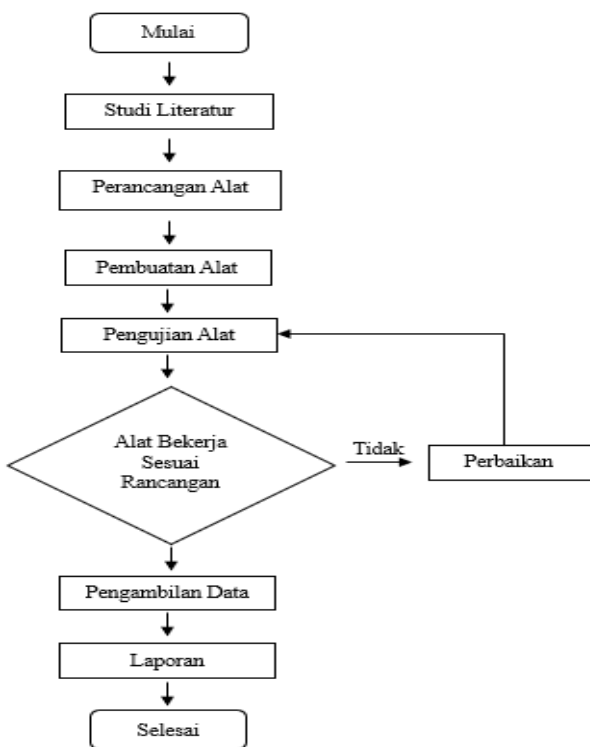
Pada gambar 3 merupakan blok diagram PID, gambar 4 merupakan rangkaian hardware, gambar 5 merupakan hasil akhir alat. Mikrokontroler akan mengolah data yang diterima dengan sedemikian rupa menggunakan metode PID yang dimana hasilnya akan dikirim ke module AC Light Dimmer sehingga akan mengatur intensitas cahaya sesuai setpoint yang sudah ditentukan.



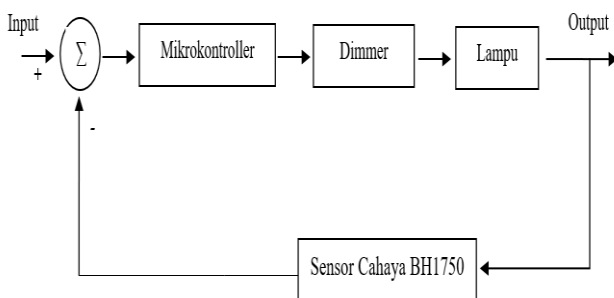
Gambar 4 Rangkaian Hardware



Gambar 5 Hasil Akhir Alat



Gambar 2 Tahapan Penelitian



Gambar 3 Blok Diagram PID

Perancangan Software

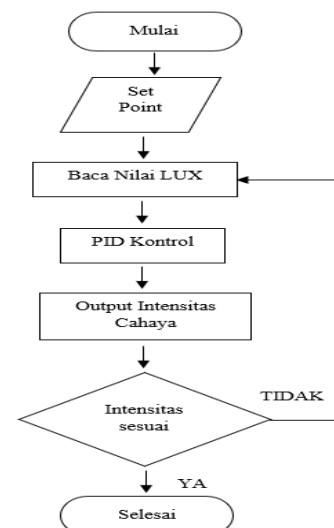
Perancangan software pada penelitian ini menggunakan pemrograman PID melalui aplikasi Arduino IDE. Dimana software membaca nilai intensitas cahaya pada plant yang digunakan sebagai input melalui sensor cahaya BH1750 yang selanjutnya akan dikontrol menggunakan PID untuk mengatur intensitas cahaya sesuai setpoint yang sudah ditentukan. flowchart software dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian, pengujian pertama yaitu pengujian sensor cahaya BH1750, pengujian kedua penentuan parameter PID, pengujian ketiga uji gangguan PID terhadap gangguan.

Pengujian Sensor Cahaya BH1750

Pengujian sensor BH1750 bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor tersebut dengan menggunakan alat ukur lux meter sebagai pembandingan. tabel 1 merupakan hasil uji sensor.



Gambar 6 Flowchart Software

Tabel 1 Pengujian sensor BH1750

No	Waktu	Nilai BH1750 (Lux)	Nilai Alat Ukur (Lux)	Error (%)
1	09:00	20	22	9
2	10:00	24	26	7,6
3	12:00	48	51	5,8
4	13:00	37	39	5,1
5	15:08	139	144	3,4
6	16:57	41	45	8,8
Rata-rata nilai error = 6,61%				

Hasil uji sensor BH1750 didapat dengan melalui persamaan dibawah ini.

$$E = \frac{(NLM-NS)}{NLM} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan :

E = Error %

NLM = Nilai Lux Meter

NLS = Nilai Sensor

Sedangkan untuk menghitung rata-rata error menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\bar{x}E = \frac{\sum E}{\sum P} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan :

$\bar{x}E$ = Rata – rata error (%)

$\sum E$ = Jumlah nilai error

$\sum P$ = Jumlah percobaan

Penentuan Parameter PID

Pada penelitian ini, proses penentuan parameter PID menggunakan metode trial and error. Pada pengujian ini parameter PID menggunakan 5 kali percobaan pada masing masing parameter yang dapat dilihat pada hasil respon yang paling optimal. Pada pengujian PID, data yang akan dianalisa untuk mencari parameter yang optimal berupa respon sistem yaitu overshoot, rise time,dan settling time.

Pengujian Parameter Kp

Berdasarkan hasil dari 5 percobaan parameter Kp dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai Kp maka rise time akan semakin kecil namun settling time akan semakin besar sehingga akan semakin cepat suatu plant untuk mencapai setpoint yang akan ditentukan. Pada tabel tersebut parameter Kp = 0,1 memiliki respon yang lebih cepat sehingga semakin cepat untuk mencapai nilai setpoint Pada tabel 2 merupakan hasil dari 5 kali percobaan parameter Kp.

Pengujian Parameter Ki

Berdasarkan hasil dari 5 percobaan parameter Ki dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai Ki maka rise time dan settling time akan semakin cepat sehingga akan semakin cepat suatu plant untuk mencapai setpoint yang akan ditentukan. Dapat dilihat pada parameter Ki = 0,18 lebih cepat respon untuk mencapai setpoint daripada Ki = 0,1. Pada tabel 3 merupakan hasil dari 5 kali percobaan paramter Ki.

Tabel 2 hasil Pengujian Parameter Kp

Set point (120 Lux)	Parameter PID			Rise Time (S)	Settling Time (s)	Over shoot (%)
	Kp	Ki	Kd			
	0,1	0,1	0,1	15,69	45,35	1,39
	0,12	0,1	0,1	17,65	40,14	1,73
	0,14	0,1	0,1	18,93	44,19	1,66
	0,16	0,1	0,1	19,55	43,92	0,55
	0,18	0,1	0,1	20,06	39,64	0,62

Tabel 3 Hasil Pengujian Parameter Ki

Set point (120 Lux)	Parameter PID			Rise Time (s)	Settling Time (s)	Over shoot (%)
	Kp	Ki	Kd			
	0,1	0,1	0,1	15,65	45,35	1,39
	0,1	0,12	0,1	13,4	32,2	1,25
	0,1	0,14	0,1	11,24	100,53	7,08
	0,1	0,16	0,1	8,56	16,73	1,1
	0,1	0,18	0,1	7,28	13,9	1,1

Pengujian Parameter Kd

Berdasarkan hasil dari 5 percobaan parameter Kd dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai Kd maka rise time dan settling time akan semakin cepat sehingga akan semakin cepat suatu plant untuk mencapai setpoint yang akan ditentukan. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini pada parameter Kd = 0,18 semakin cepat respon sistem mencapai set point dibanding kan dengan parameter Kd = 0,1 Pada tabel 4 merupakan hasil dari 5 kali percobaan parameter Kd.

Hasil Respon PID Optimal

Dari hasil penentuan parameter PID dengan cara trial and error dapat diambil data paramter PID yang optimal dengan menggabungkan atau mengkombinasi parameter PID. Parameter PID yang optimal berdasarkan hasil trial and error yaitu Kp = 0,10 Ki = 0,10 Kd = 0,10. Dengan nilai rise time 7,91, settling time 14,63 dan overshoot 0,97 Hasil respon dari parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 4. Percobaan parameter Kd

Set point (120 Lux)	Parameter PID			Rise Time (s)	Settling Time (s)	Overs hoot (%)
	Kp	Ki	Kd			
	0,1	0,1	0,12	15,65	45,35	1,39
	0,1	0,1	0,14	14,85	27,19	0,9
	0,1	0,1	0,16	14,57	31,57	1,45
	0,1	0,1	0,18	13,61	41,57	1,66
	0,1	0,1	0,10	13,71	29,11	1,66

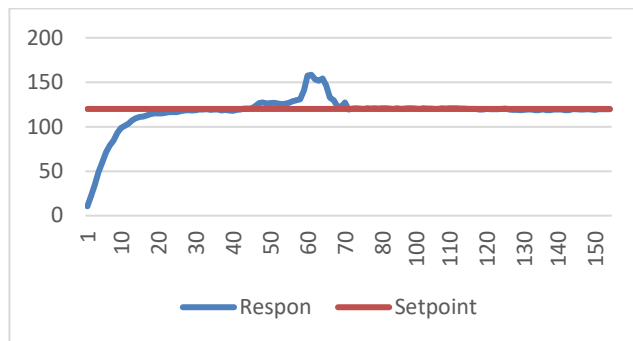
Tabel 3 Hasil Pengujian Respon Optimal

Set point (120 lux)	Parameter			Rise time (S)	Settling time (s)	Overshoot (%)
	Kp	Ki	Kd			
	0,10	0,18	0,10	7,91	14,63	0,97

Pengujian PID terhadap gangguan

Pada pengujian ini sistem diberi gangguan berupa cahaya lampu. Sistem diberi gangguan pada waktu 42 detik. Grafik respon mengalami ketidakstabilan sehingga

respon sistem mengalami kenaikan intensitas cahaya sebesar 151 Lux. plant tidak diberi gangguan kontroler dapat kembali mengikuti setpoint yang sudah ditentukan tanpa efek apapun. Grafik respon dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Grafik Pengujian Terhadap Gangguan

Penutup Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan rancang bangun kendali PID pada sistem penerangan berhasil dibuat menggunakan metode PID dengan pencarian parameter PID menggunakan metode *trial and error* dengan menguji setiap parameter yang optimal. Hasil pengujian mendapatkan parameter yang optimal dengan setpoint 120 lux yaitu $K_p = 0,1$, $k_i = 0,1$ dan $K_d = 0,18$ dengan nilai respon sistem rise time 7,91 (s) settling time 14,63 (s) dan overshoot 0,97%. Pada proses pengujian sistem diberi gangguan selama 10 detik intensitas cahaya mengalami kenaikan 151 lux setelah sistem tidak diberi gangguan kontroler dapat kembali sesuai setpoint.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa hal yang dikembangkan untuk mencapai hasil terbaik. yaitu menggunakan metode kontrol yang lainnya seperti fuzzy logic atau menggabungkan 2 kontroler seperti fuzzy PID dan lain lain. Menggunakan auto tuning untuk mencari parameter PID yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Angga Wiryanto dan Kusumawati, 2018. *Perancangan Bel Sekolah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Avr Atmega 328 Dan Real Time Clock Ds3231*. Jurnal elektronik sistem informasi dan komputer.
- Angger Setyo Kusumo. 2022. *Sistem Kontrol Intensitas Cahaya Lampu Aquascape Menggunakan Fuzzy Logic Controller Berbasis Arduino*. Jurnal Teknik Elektro, 11, 322–331.
- Desi Maulidyawat, Masyitah Aulia, Kurniawati, Paris Ali Topan, Titi Andriani. 2022. *Implementasi Sistem Kendali Proporsional Integral Derivatif (PID) pada Porototype Pendeteksi Brightness Cahaya Ruangan*, Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)
- Dwisnanto Putro dan Feisy D.Kambey. 2016. *Sistem Pengaturan Pencahayaan Ruangan Berbasis Android Pada Rumah Pintar*. Jurnal Nasional Teknik Elektro.
- Ertika Tanza dan Sumariyah, N. 2019. *Rancang Bangun Sistem Kendali Pid Untuk Intensitas Cahaya Lampu Dc Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno* (Vol. 22, Issue 1). Publisher Berkala Fisika.

- Moh. Mukhsim, Fatoni Nur Habibi, Sabar Setiawidayat. 2017. *Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T*. Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2017
- Muh. Rasul, Al Imran, Muliadi. 2020. *Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32* (Vol. 17, Issue 2). Jurnal Media Elektrik
- Muhammad Syaiful Anwar, Sri Mulyono, Muhammad Qomaruddin, 2018. *Penggunaan Node-RED pada Sistem Monitoring dan Kontrol Green House berbasis Protokol MQTT*. Jurnal Transistor Elektro dan Informatika.
- Reza Aditya Nugroho, J. S. 2021. *Otomatisasi Sistem Penerangan dan Penyejuk Ruangan Kantor*. Jurnal Teknik Elektro Indonesia, 2, 6–10.
- Sofyan Shafiudin. 2017. *Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Berbasis PID*. Jurnal Teknik Elektro, 6, 175–184.
- Tri Wahyu Supardi, Teguh Budi Pratomo, Andi Dharmawan, Akhmad Syoufian. 2013. *Purwarupa Sistem Kendali Suhu dengan Pengendali PID pada Sistem Pemanas dalam Proses Refluks/Distilasi*. IJEIS, 3(1), 23–34.
- Wrastawa Ridwan, Marfanri Lamatenggo, dan Ifan Wiranto. 2020. *Perancangan Balancing Robot Beroda Dua Dengan Metode Pengendali PID Berbasis Arduino Nano*. Jambura Journal of Electrical Electronics Engineering