

Sistem Kendali PID Untuk Intensitas Cahaya Ruang Berbasis Labview

PID Control System For Light Intensity Of Space-Based Labview

Diki Muhamad Sobirin, Muhammad Ariandi

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung
Email : dikimuhamads@email.unikom.ac.id

Abstrak – Alat ini dibuat untuk mempermudah pekerjaan manusia dalam mengontrol intensitas cahaya pada lampu menggunakan kontrol PID. Untuk mengatur cahaya di dalam suatu ruangan diperlukan suatu kendali intensitas cahaya dimana akan menyesuaikan dengan intensitas cahaya dan kondisi pada ruangan tersebut. Maka salah satu metodenya adalah menggunakan kendali PID menggunakan sensor cahaya. Sistem kendali intensitas yang dipancarkan oleh lampu dengan sensor cahaya akan menyesuaikan dengan kondisi ruangan. Dengan penambahan kendali PID pada sensor cahaya sehingga dapat mempercepat respon dari sistem. Untuk merancang kendali intensitas cahaya maka dilakukan penelitian ini. Dimana nilai set (*set point*) sebagai nilai yang akan menjadi acuan sistem kendali yang biasa disebut *Set Value* (SV). Kemudian Kontroller yang akan menjadi sistem kendali yaitu sistem kendali PID. Kemudian menuju driver MOSFET untuk di konversikan dari blok mikrokontroller sebelum ke aktuator. Setelah itu Dilanjutkan ke bagian sistem plant dimana terdapat aktuator berupa lampu DC dan diukur intensitas cahayanya dengan LDR yang difungsikan sebagai feedback atau umpan balik yang berupa sensor cahaya digital. sinyal digital dari output sensor kemudian akan di masukkan ke dalam kontroller dan disebut dengan *Present Value* (PV). Gangguan akan diberikan kepada aktuator berupa cahaya luar (eksternal) seperti cahaya matahari yang masuk, atau, bisa berupa penambahan cahaya dan atau pengurangan cahaya dengan lampu.

Kata kunci : PID, Intensitas Cahaya, Sensor Cahaya.

Abstract - This tool is made to facilitate human work in controlling the intensity of light on the lamp using PID control. To adjust the light in a room requires a control of light intensity which will adjust the light intensity and conditions in the room. So one method is to use PID control using a light sensor. The intensity control system emitted by lights with a light sensor will adjust to the conditions of the room. With the addition of PID control on the light sensor so that it can speed up the response of the system. To design the light intensity control, this study was conducted. Where the value of set (set point) as a value that will be a reference of the control system commonly called Set Value (SV). Then the controller that will become the control system is the PID control system. Then go to the MOSFET driver to convert it from the microcontroller block to the actuator. After that, proceed to the plant system section where there is an actuator in the form of a DC light and its light intensity is measured with an LDR that functions as feedback in the form of a digital light sensor. The digital signal from the sensor output will then be entered into the controller PV). Interference will be given to the actuator in the form of external light such as incoming sunlight, or, can be the addition of light and / or reduction of light with lights.

Keyword : *Keyword* : PID, Light Intensity, Light Sensors.

I. PENDAHULUAN

Pencahayaan sebuah ruangan adalah hal yang paling penting untuk efektifitas kegiatan di dalam ruangan. Baik untuk perumahan, industri, perkantoran menyesuaikan dengan kondisi ruangan agar lebih nyaman untuk beraktifitas. Penerangan pada ruangan biasanya mengabaikan penggunaan energi, meskipun pencahayaan cukup pencahayaan masih menyala. Untuk mengatasi keadaan ini diperlukan suatu kendali intensitas

cahaya dimana akan menyesuaikan dengan intensitas cahaya dan kondisi pada ruangan tersebut. Maka salah satu metodenya adalah menggunakan kendali PID menggunakan sensor cahaya. Sistem kendali intensitas yang dipancarkan oleh lampu dengan sensor cahaya akan menyesuaikan dengan kondisi ruangan. Dengan penambahan kendali PID pada sensor cahaya sehingga dapat mempercepat respon

dari sistem. Untuk merancang kendali intensitas cahaya maka dilakukan penelitian ini.

Tujuan dari penulisan dokumen ini adalah memberikan penjelasan mengenai penelitian terhadap Sistem Kendali PID Untuk Intensitas Cahaya Ruang berbasis Labview karena menurut Muhammad Aria dan Riezky Faizal pada penelitiannya dengan judul Sistem Lalu Lintas Terpadu bahwa Labview berfungsi untuk mendesain sebuah sistem yang dapat menyerupai bentuk aslinya sehingga pada penelitian ini akan menggunakan Labview untuk menguji sistem. Project ini untuk memenuhi tugas mata kuliah Praktikum Kendali III. Dalam perekayasaan kondisi lingkungan melibatkan peralatan elektronik yang dapat bekerja bersama-sama untuk didapatkan kondisi lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan [7]. Pada sistem kendali intensitas cahaya lampu memerlukan HMI atau user interface untuk membantu operator dalam memantau proses pengendalian intensitas cahaya suatu ruang. Salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan 2 untuk membuat HMI adalah LabVIEW. LabVIEW merupakan perangkat lunak khusus yang digunakan untuk pemrosesan dan visualisasi data dalam bidang akuisisi data, kendali dan instrumentasi, serta otomatisasi industri. Dengan LabVIEW dapat dibuat sistem pengendalian beserta user interface-nya

A. Latar Belakang

Aktivitas manusia sebagian besar membutuhkan cahaya, tetapi walaupun cahaya matahari tidak bersinar selama 24 jam, manusia tetap bisa beraktivitas dengan memanfaatkan cahaya lampu. Setiap hari, di dalam ruangan, manusia melakukan aktivitas yang berbeda-beda dan setiap aktivitas membutuhkan intensitas cahaya ruang yang berbeda pula, misal intensitas cahaya yang diperlukan untuk membaca berbeda dengan intensitas cahaya ketika sedang bersantai atau tidak melakukan kegiatan. Pencahayaan dalam ruang yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas perlu diatur sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Berdasarkan berkas SNI 03-6759-2002 yang didownload dari wiki.uui.ac.id mengenai tata cara perencanaan teknis konservasi energi pada bangunan rumah dan gedung disebutkan bahwa salah satu syarat untuk sistem tata cahaya perancangan konservasi energi pada bangunan adalah sistem tata cahaya buatan yang dirancang harus memenuhi tingkat pencahayaan minimal yang direkomendasikan, oleh karena itu diperlukan sistem kendali intensitas cahaya lampu

agar dihasilkan intensitas cahaya ruang sesuai kebutuhan yang berpedoman pada SNI dan dapat mempertahankan intensitas pencahayaan tersebut sesuai set point meski intervensi cahaya dari luar berubah.

B. Tinjauan *State of Art*

Prinsip kerja dari *Fuzzy Logic* pada penelitian yang sama adalah agar lampu dapat menyesuaikan pencahayaannya sesuai dengan intensitas cahaya ruangan yang diinginkan. Sistem menggunakan lampu pijar 40W menggunakan rangkaian *dimmer* AC satu fasa dengan komponen utama TRIAC. Pembacaan cahaya ruangan menggunakan *sensor lux*, data sensor ini akan diolah oleh kendali *fuzzy logic*. Besar kecilnya penyulutan oleh TRIAC ditentukan oleh nilai PWM yang diatur oleh *fuzzy logic* dari mikrokontroler. Keseluruhan sistem ini akan ditampilkan pada suatu monitor berbasis labVIEW.

Perancangan pada penelitian budidaya tanaman menggunakan sensor LDR untuk mengukur intensitas cahaya. Hasil proses pengendalian intensitas cahaya yang sudah dilakukan terdapat persentase *error* intensitas cahaya tertinggi sebesar 1,12% dan terendah sebesar 0,19%.

Prinsip kerja dari *push notification system* untuk melakukan kendali listrik. Perancangan yang digunakan meliputi raspberry pi, sensor PIR, sensor LDR, relay dan perangkat smartphone. Hasil dari perancangan, sensor mampu melakukan kendali listrik dengan kondisi bila sensor PIR mendeteksi cahaya rendah maka akan diteruskan ke sensor dan bila sensor PIR mendeteksi cahaya tinggi maka raspberry pi secara otomatis akan memadamkan listrik. Selain itu hasil pengujian terhadap konsumsi daya baterai pada perangkat smartphone dapat digunakan selama 28 jam, sehingga sesuai dengan kebutuhan penggunaan ponsel.

Adapun dilakukannya penelitian ini merupakan pengembangan dari tinjauan *state of art* yaitu belum menggunakan kendali PID pada penelitiannya.

C. Tujuan

Merancang dan mengimplementasikan purwarupa sistem yang dapat mengendalikan intensitas cahaya lampu berbasis LabVIEW dan Arduino agar dihasilkan intensitas cahaya ruang sesuai set point yang berpedoman pada Standar Nasional Indonesia.

D. Sistematika Pembahasan

Makalah ini disusun dengan sebagai berikut : Bagian 2 akan menjelaskan tentang metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini. Bagian 3 akan menjelaskan tentang hasil dan pembahasan dari penelitian ini. Adapun kesimpulan akan disajikan pada Bagian 4.

II. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

A. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah berisi faktor-faktor yang berpengaruh dalam metode penalaan parameter sistem kendali PID, cara mengatur terang-redup cahaya lampu, pembuatan sistem pengendalian dan pemantauan menggunakan LabVIEW.

B. Studi Literatur

Dalam tahap ini, mempelajari makalah, jurnal, karya tulis dan buku-buku yang terkait dengan sistem kontrol, sensor cahaya, dimmer lampu, board Arduino, LabVIEW, serta teknologi pendukung lainnya.

C. Perancangan Sistem dan Implementasi.

Pada tahap ini, membuat perancangan sistem dan mengimplementasikannya yang terdiri dari tiga bagian, yaitu:

1) Perancangan plant

Pembuatan rancang bangun plant meliputi pembuatan miniatur ruang, lampu penerangan di dalam ruang, lampu sebagai cahaya dari luar

2) Perangkat keras (hardware)

Pembuatan rangkaian skematik dan PCB lalu memasang komponen elektronika yang diperlukan, seperti rangkaian sensor, rangkaian catu daya, rangkaian dimmer lampu.

3) Perangkat lunak (software)

Pembuatan program yang akan digunakan yaitu dengan software LabVIEW untuk program kendali sekaligus interface

D. Pengujian dan Pembahasan.

Pada tahap ini, melakukan pengujian sistem secara keseluruhan untuk memastikan apakah sistem telah bekerja dengan baik dan hasilnya sesuai dengan yang diinginkan. Kemudian dilakukan pembahasan mengenai hasil penelitian yang didapatkan dan melakukan analisis dari pengujian yang telah dilakukan.

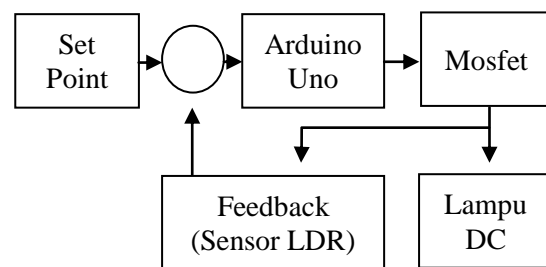
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembahasan

Melakukan perancangan prototipe meliputi perangkat lunak dan perangkat keras. Perancangan pada sisi perangkat lunak adalah merancang program labview sistem kendali pid untuk intensitas cahaya ruang, perancangan perangkat keras meliputi perancangan catu daya, rangkaian Modul IRF/ driver, rangkaian lampu.

1) Blok diagram

Berikut adalah blok diagram Sistem Kendali PID Untuk Intensitas Cahaya Ruang Berbasis Labview. Blok diagram dapat dilihat pada **Gambar 1**.

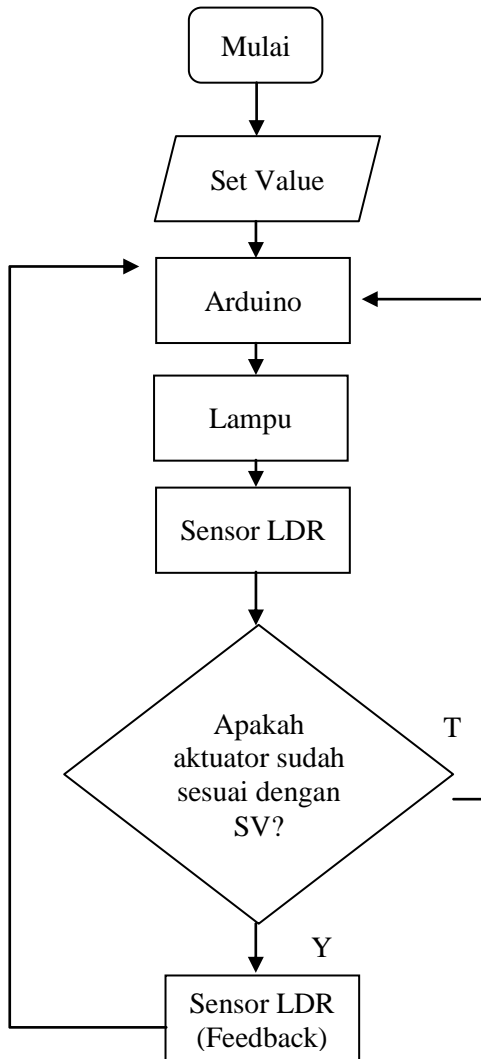


Gambar 1. Blok diagram

Dimana nilai set (set point) sebagai nilai yang akan menjadi acuan sistem kendali yang biasa disebut Set Value (SV). Kemudian Kontroller yang akan menjadi sistem kendali yaitu sistem kendali PID. Kemudian menuju driver MOSFET untuk di konversikan dari blok mikrokontroller sebelum ke aktuator. Setelah itu Dilanjutkan ke bagian sistem plant dimana terdapat aktuator berupa lampu DC dan diukur intensitas cahayanya dengan LDR yang difungsikan sebagai feedback atau umpan balik yang berupa sensor cahaya digital. sinyal digital dari output sensor kemudian akan di masukkan ke dalam kontroller dan disebut dengan Present Value (PV). Gangguan akan diberikan kepada aktuator berupa cahaya luar (eksternal) seperti cahaya matahari yang masuk, atau bisa berupa penambah cahaya dan atau pengurangan cahaya dengan lampu.

2) Flowchart

Berikut adalah flowchart Sistem Kendali PID Untuk Intensitas Cahaya Ruang Berbasis Labview. Flowchart dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Flowchart

3) Implementasi sistem

Berikut ini implementasi perangkat lunak yaitu implementasi pada Program Labview. Terdapat wavefrom chart grafik untuk menampilkan hasil untuk pengujian alat, PID Gain untuk mengatur proportional gain (K_c), Inteergral time (T_i), dan derivative time (T_d) Set Point mengatur nilai sistem bekerja. Program labview dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Deskripsi perangkat lunak pada alat yang dibuat meliputi tahapan-tahapan tertentu diantaranya:

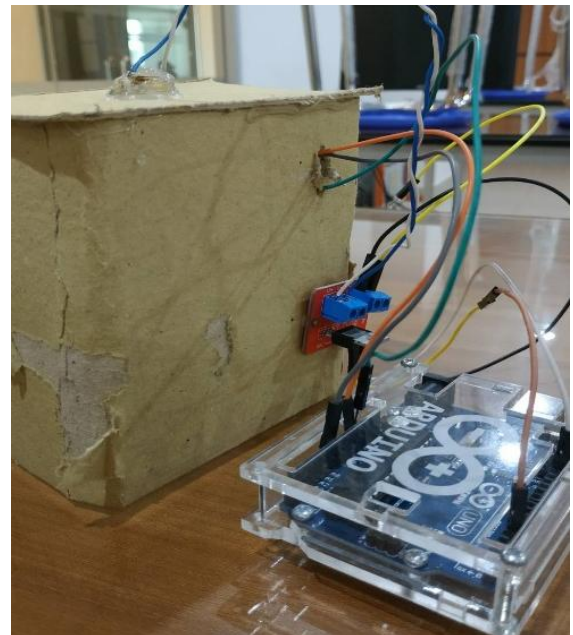
- Menentukan bahasa pemrograman yang digunakan
- Menentukan software penunjang bahasa pemrograman yang digunakan
- Menentukan software penunjang
- Membuat dan menguji program yang telah dibuat

- Menguji program pada alat yang sudah di buat

4) Implementasi Perangkat Keras

Berikut ini implementasi perangkat keras yang meliputi rangkaian catu daya, Arduino, Modul IRF520 Mosfet Driver, Lampu DC 12 V, LDR, Lampu DC dan LDR ditempatkan di dalam Kotak agar tidak mendapat gangguann dari cahaya luar.

Perangkat keras dapat dilihat pada **Gambar 4**.

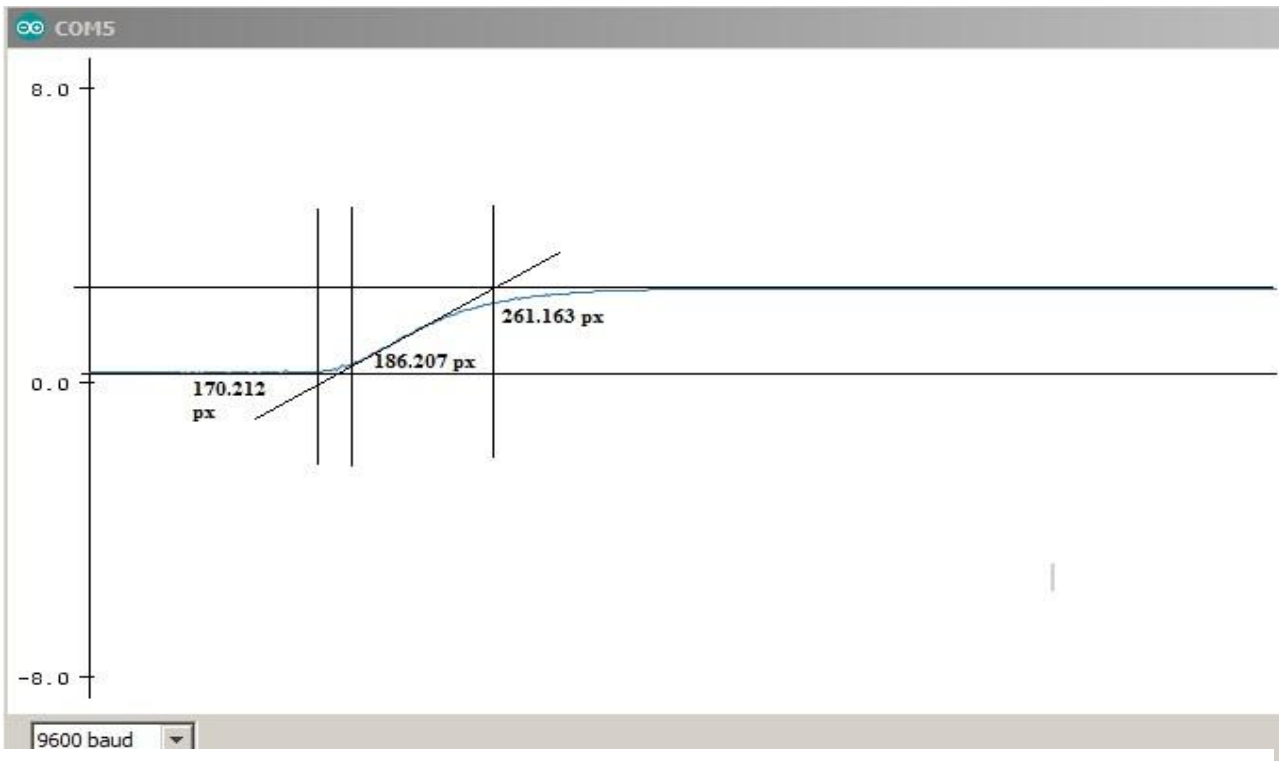


Gambar 4. Implementasi sistem

Setelah dilakukan pengujian pada *software* dan *hardware* dari beberapa rangkaian, maka tahap selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggabungkan semua bagian-bagian yang diperlukan menjadi sebuah prototipe pengendalian lampu. Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk memastikan sistem bekerja dengan baik dan benar sesuai perintah.

5) Metode Ziegler-Nichols 1

Metode yang digunakan untuk mendesain kendali pada plant ini adalah metode Ziegler-Nichols 1. Pada proses desain Ziegler-Nichols 1 ini, diberikan nilai setpoint yaitu 50 setelah itu sistem merespon dan mencapai steady state. Setelah didapatkan sinyal respon maka dapat dilakukan desain untuk mendapatkan nilai parameter PID. Desain tersebut di tampilan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Metode Ziegler- Nichols 1

Dengan menggunakan metode Ziegler-Nichols 1 nilai Kp, Ti, dan Td dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan di bawah ini

Tabel 1. Persamaan metode Ziegler-Nichols 1

Parameter	Kp	Ti	Td
PID	1.2T/L	2L	0.5L

Dengan nilai T = 3.185 dan L = 1.5625 yang terdapat pada Gambar 5 maka nilai parameter Kp, Ti dan Td yang didapat adalah: $K_p = 1.2 \cdot \frac{T}{L} = 1.2 \cdot 5,62345733$

$$L = \frac{74956}{15995}$$

$$T_i = 2L = 2 \cdot 5,62345733 = 31990$$

$$T_d = 0.5L = 0,5 \cdot 15995 = 7997,5$$

Maka parameter Ki dan Kd dapat di cari dengan hitungan rumus

$$K_i = K_p \cdot \frac{1}{T_i} = 5,62345733 \cdot \frac{1}{31990} = 0,000175788$$

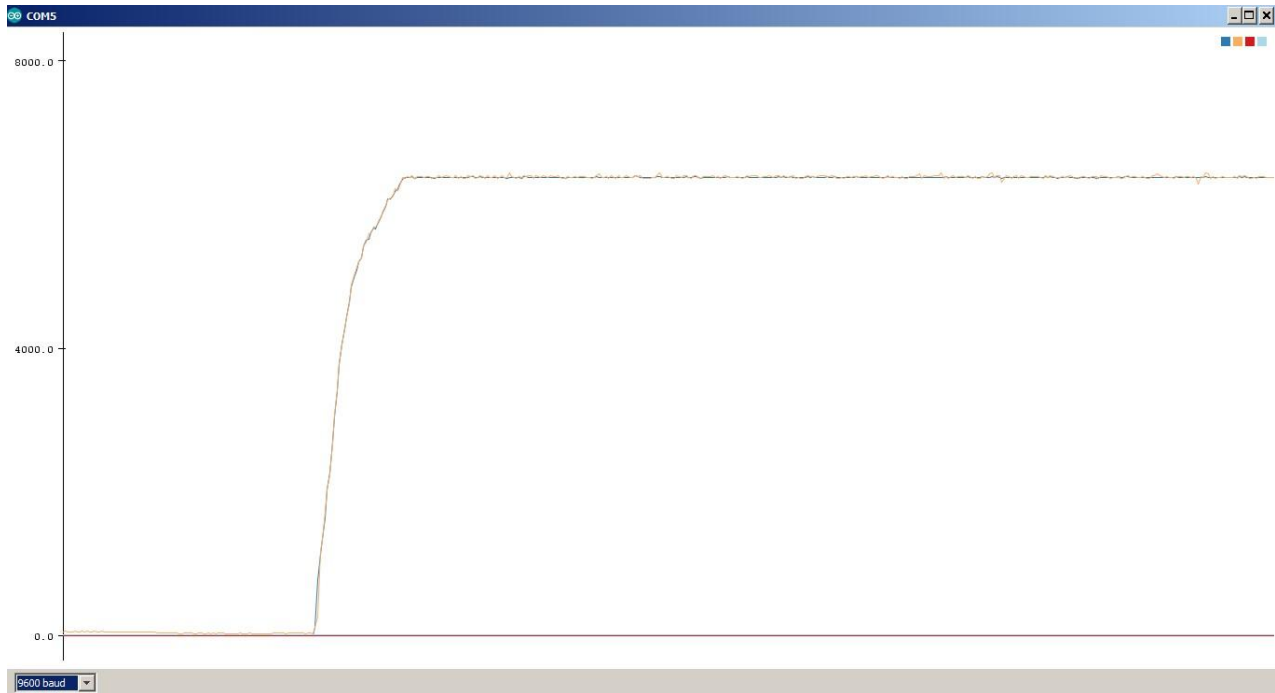
$$K_d = K_p \cdot T_d = 5,62345733 \cdot 7997,5 = 44973,6$$

Tabel II. Hasil Persamaan

Kp	Ti	Td	Kd	KD
5,62345733	31990	7997,5	0,000175788	44973,6

6) *Tuning Sistem kendali*

Dari hasil desain yang telah dijelaskan pada dokumen B 500 di dapatkan parameter PID dengan hasil $K_p = 5,62345733$, $T_i = 31990$ dan $T_d = 7997,5$ dari parameter tersebut di dapatkan hasil respon pada gambar berikut



Gambar 6. Tuning Sistem Kendali

Di lihat dari gambar berikut respon dari sistem sudah cukup baik , apabila respon yg di dapatkan masih kurang baik dapat melakukan proses tuning untuk mendapatkan parameter PID agar respon yang di dapat menjadi lebih sempurna . untuk men-tuning dapat melihat **Tabel III** berikut sebagai acuan

Tabel III. Tuning Sistem Kendali

Parameter	Rise Time	Overshoot	Settling Time	S-S Error
Kp	Berkurang	Bertambah	Minor Change	Berkurang
Ki	Berkurang	Bertambah	Bertambah	Menghilangkan
Kd	Minor Change	Berkurang	Bertambah	Minor Change

Setelah respon sempurna perlu melakukan pengujian dengan memberikan gangguan pada plant untuk menguji seberapa handal plant terhadap respon yang di dapat . gangguan yang di berikan berupa gangguan berupa cahaya dari luar dan halangan terhadap sensor , disini akan di lihat apakah respon kembali stady state atau tidak . Hasil pengujian dapat di lihat dari **Gambar 7**.

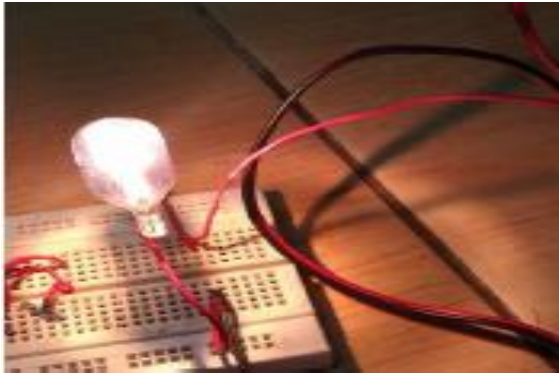
Pada **Gambar 7** dapat dilihat respon di berikan dua gangguan berupa gangguan cahaya dari luar dan gangguan berupa halangan terhadap sensor , pada gangguan berupa cahaya respon masih dapat stabil pada saat di berikan gangguan berupa cahaya sedang tetapi pada saat diberikan gangguan berupa intensitas cahaya yang sangat besar respon langsung terlihat overshoot dan langsung kembali seperti semula dengan cepat , pada gangguan ke dua berupa halangan pada sensor dapat kita lihat respon menjadi di bawah setpoint karena cahaya lampu sebagai aktuator tidak bisa terbaca oleh sensor atau terbaca tidak sempurna karena terhalang.

B. Hasil

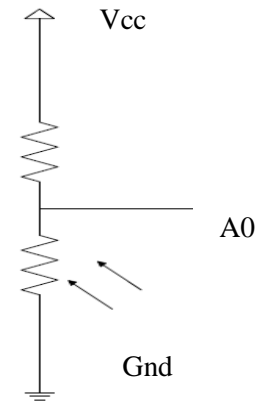
Berikut ini hasil dari pengujian dari penelitian ini, yaitu :

1) *Pengujian Lampu*

Pengujian lampu dengan cara memberikan tegangan 12V pada lampu dan melihat apakah lampu bekerja atau tidak, pengujian lampu dapat dilihat pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Pengujian Lampu

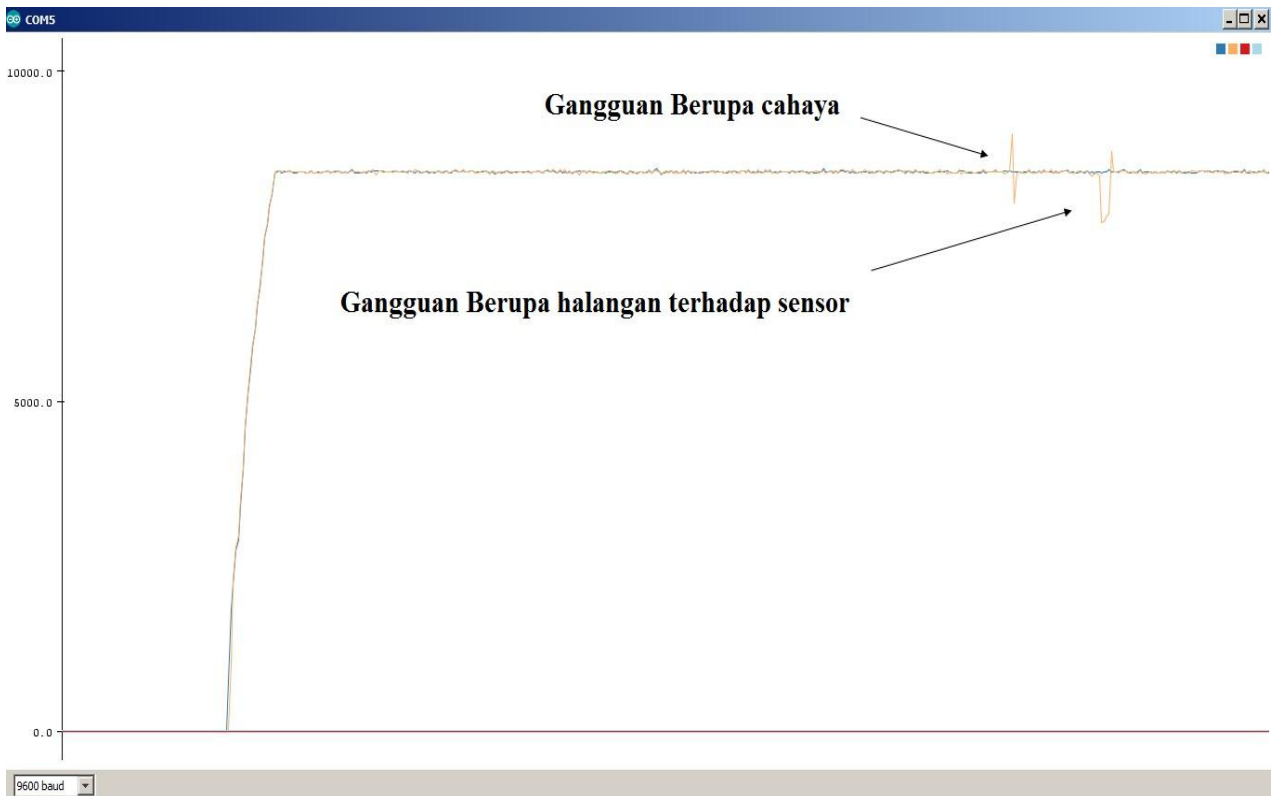


Gambar 9. Rangkaian LDR

2) *Pengujian LDR*

Berikut ini adalah gambar rangkaian sensor LDR. Rangkaian dapat dilihat pada **Gambar 9**.

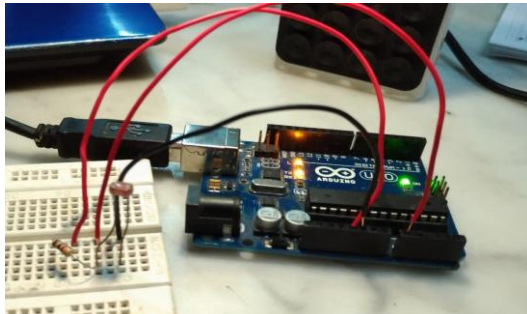
Pengujian LDR Sebagai sensor feedback dengan menggunakan rangkaian seperti pada gambar di atas dengan menggunakan resistor 1K ohm dan cahaya lampu. Dengan menggunakan program yang sama dengan pengujian potensiometer, Foto pengujian dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 7. Gangguan Pada Plant

Tabel IV. Tabel Hasil Pengujian

No.	Intensitas cahaya	Nilai Tegangan (V)
1	Gelap	4,96
2	Sedang	3,25
3	Terang	1,88



Gambar 10. Foto saat pengujian

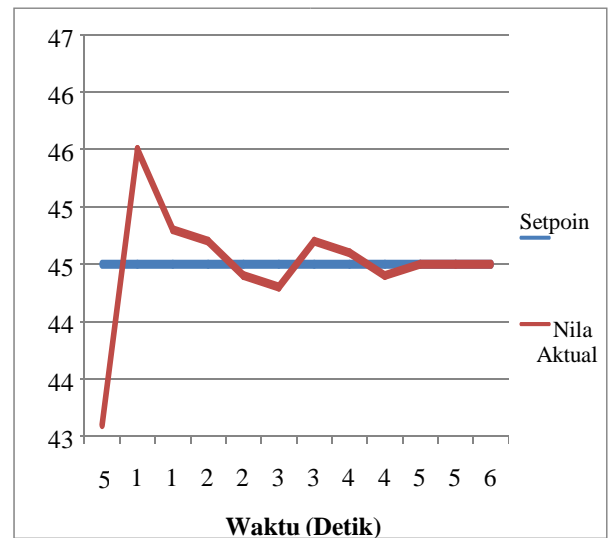
3) Pengujian Performa PID terhadap Intensitas Cahaya

Pengujian performa PID dilakukan untuk mengetahui apakah rumusan yang digunakan dalam pembuatan kontrol PID dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

Tabel V. Data Hasil Pengujian Performa PID terhadap Intensitas Cahaya

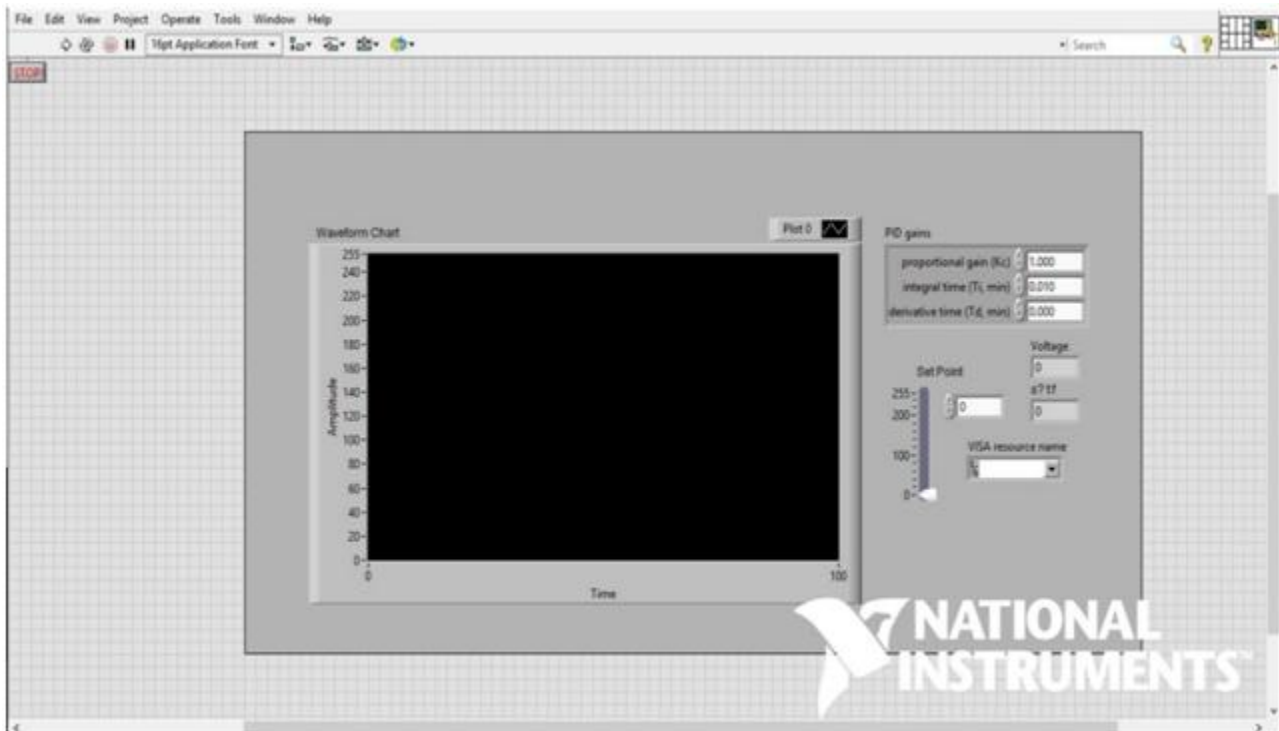
No	Waktu (Detik)	Setpoint	Nilai Aktual
		Intensitas Cahaya	Intensitas Cahaya
1	5	450	436
2	10	450	460
3	15	450	453
4	20	450	452
5	25	450	449
6	30	450	448
7	35	450	452
8	40	450	451
9	45	450	449
10	50	450	450
11	55	450	450

Tabel II di atas menjelaskan performa PID terhadap intensitas cahaya, dan pada tabel tersebut, terlihat intensitas cahaya mendekati set point pada detik ke-20. Pemberian nilai parameter Kp, Ki, dan Kd untuk memperoleh respon sistem yang optimal dilakukan dengan menggunakan metode manual (hand tuning/trial and error). Berdasarkan hasil trial dan error untuk set point untuk intensitas cahaya 450 Lux, diperoleh nilai yang baik untuk Kp = 35, Kd = 3, dan Ki = 2. Pemberian nilai Kp yang besar dimaksudkan untuk gain (penguat) saja tanpa memberikan efek dinamik kepada kinerja kontroler, selain itu juga memperbaiki respon transien khususnya rise time dan settling time, sedangkan pemberian nilai Ki yang kecil dimaksudkan untuk memperbaiki error sekaligus menghilangkan steady state error, sedangkan pemberian nilai Kd digunakan untuk memperbaiki respon transien dengan memprediksi error yang akan terjadi, serta mengurangi overshoot dan osilasi. Grafik dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 11. Grafik hubungan hasil pengujian Intensitas cahaya PID terhadap waktu

Untuk penjelasan pada sistem kerja alat bisa dilihat pada video : https://youtu.be/c_1ZMOQp7oo



Gambar 3. Program Pada Labview

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian, pengujian dan analisis pada hasil perancangan dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu telah berhasil dibuat purwarupa sistem kendali intensitas cahaya lampu terhadap pencahayaan ruang dengan sistem kendali PID berbasis LabVIEW yang dihubungkan dengan mikrokontroler dan penalaan parameter kendali yang digunakan menggunakan metode Ziegler-Nichols 1 dengan hasil penalaan adalah $K_p=5,62345733$, $T_i=5,62345733$, $T_d=7997,5$ dan pada set point 200 Lux diperoleh waktu naik sebesar 3,1 detik, waktu puncak sebesar 7,2 detik, overshoot sebesar 17,5%, settling time sebesar 18,5 detik dan steady state error sebesar 1,8%.

Untuk pengembangan sistem pengendalian yang lebih baik perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kendali PID untuk meningkatkan stabilitas sistem pengendalian intensitas cahaya lampu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Garber M, Thomas Paul, Indoor Plants, Agricultural and Environmental Sciences, The University at Georgia.
- [2] Curtis D., Dohnson. 1997. Process Control Instrumentation Technology Fifth Edition. New York: Prentice-Hall, Inc.
- [3] D. F. Sihaloho, "Kendali Kecerahan Lampu Menggunakan Fuzzy Logic dan Monitoring Berbasis labVIEW," Batam : Politeknik Negeri Batam. 2014.
- [4] Y. S. Defriyadi, "Pengendali Intensitas Cahaya, Suhu, dan Kelembapan pada rumah kaca dengan metode PID," Bengkulu : Universitas Bengkulu. 2014.
- [5] Bendjehaba, O., Boushaki, S. I., & Zemmour, N. (2013, May). Firefly algorithm for optimal tuning of PID controller parameters. In *4th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives* (pp. 1293-1296). IEEE.
- [6] Pandharipande, A., & Li, S. (2013). Light-harvesting wireless sensors for indoor lighting control. *IEEE Sensors journal*, 13(12), 4599-4606.
- [7] Knudsen, M. D., & Petersen, S. (2016). Demand response potential of model predictive control of space heating based on price and carbon dioxide intensity signals. *Energy and Buildings*, 125, 196-204.
- [8] Bendjehaba, O. (2014). Continuous firefly algorithm for optimal tuning of PID controller in AVR system. *Journal of Electrical Engineering*, 65(1), 44-49.
- [9] Hu, D., Liu, H., Yang, C., & Hu, E. (2008). The design and optimization for light-algae bioreactor controller based on Artificial Neural Network-Model Predictive Control. *Acta Astronautica*, 63(7-10), 1067-1075.
- [10] Ashdown, I. (2010). *U.S. Patent No. 7,687,753*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [11] Cloutier, Serge, and Gabriel-Adrian Strimbeanu. "Distributed dimmable lighting control system and method." U.S. Patent No. 7,019,276. 28 Mar. 2006.