

Automatic Street Light: Sistem otomasi sebagai perwujudan konsep desa cerdas di Desa Secang

Bhilan Rhiyu Antama*, Penny Rahmawaty
Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Koresponden e-mail: bhilan.rhiyu.2020@student.uny.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan pengendalian lampu penerangan jalan di Desa Secang, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo. Metode yang digunakan dalam pengabdian ini adalah metode PPE (*Planning, Production, Evaluation*). Metode ini diawali dengan menganalisis dan mengidentifikasi masalah, kemudian dilanjutkan dengan perencanaan bahan dan rangkaian. Selanjutnya, tahapan produksi modul kendali. Kemudian, yang terakhir evaluasi dengan melakukan 4 kali pengujian modul kendali. Pengujian modul kendali terdiri dari pengujian mandiri, pengujian lapangan 1, pengujian lapangan 2, dan pengujian lapangan 3. Evaluasi dilakukan dengan pengamatan pada titik-titik penerangan yang telah dipasang modul kendali. Pengamatan berfokus pada modul kendali, operasi modul kendali, dan jenis lampu. Pengamatan tersebut dilakukan dengan memperhatikan aspek evaluasi, yaitu kepekaan modul kendali, keandalan modul kendali, dan fleksibilitas modul kendali. Pengabdian ini menghasilkan 6 modul kendali yang dipasang di 6 titik penerangan. Keseluruhan modul kendali yang dipasang dapat beroperasi dengan baik dan keseluruhan aspek evaluasi dapat terpenuhi.

Kata kunci: *modul kendali, lampu penerangan jalan*

Automatic Street Light: An automation system as a manifestation of the smart village concept in Secang Village

Abstract

This community service activity aims to address the issue of street lighting control in Secang Village, Ngombol Subdistrict, Purworejo Regency. The method employed in this activity is the PPE method (Planning, Production, Evaluation). The process begins with analysing and identifying the problem, followed by planning the materials and circuitry. The next stage is the production of the control modules. Finally, the evaluation phase involves four rounds of control module testing: independent testing, field testing 1, field testing 2, and field testing 3. The evaluation is conducted by observing the lighting points where the control modules have been installed. Observations focus on the control module itself, its operation, and the type of lighting used. These observations consider evaluation aspects such as the sensitivity, reliability, and flexibility of the control modules. This activity resulted in the production and installation of six control modules at six lighting points. All installed control modules operated effectively, and all evaluation aspects were successfully met.

Keywords: *control modules, street lighting*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang begitu pesat sangat menimbulkan dampak kepada kehidupan manusia. Salah satu dampak dari pesatnya perkembangan teknologi adalah memberikan kemudahan kepada manusia dalam melakukan pekerjaan atau kegiatannya (Fauzi et al., 2023). Kemudahan-kemudahan yang diberikan, antara lain hadirnya alat baru, kehadiran robot yang dapat membantu manusia, sistem pengendalian otomatis, dan sistem pengendalian jarak jauh (Attaran, 2023; Sheridan, 2016; Sovacool & Furszyfer Del Rio, 2020). Dengan demikian, perkembangan teknologi yang pesat ini memiliki dampak positif dan bermanfaat bagi kehidupan manusia dengan berbagai kemudahan-kemudahan yang ditimbulkannya.

Perkembangan teknologi yang sejak lama digencarkan adalah sistem pengendalian otomatis. Hal tersebut lebih dikenal sebagai otomasi, yang merupakan penerapan teknologi untuk menggantikan peran manusia dalam melakukan pekerjaan (Bechhoefer, 2021; Howard, 2019; Neumann et al., 2021; Nise, 2015). Otomasi ini termasuk dalam bagian revolusi industri 3.0 yang dimulai sejak 1969 (Bechhoefer, 2021; Nise, 2015). Perkembangannya ditandai dengan munculnya lengan-lengan robot yang membantu proses produksi (Apriaskar et al., 2020). Dengan masuknya otomasi sebagai bagian dari revolusi industri 3.0, membuat otomasi menjadi fokus pembangunan di berbagai negara di dunia, salah satunya Indonesia.

Pembangunan sumber daya manusia dan sistem dalam bidang otomasi menjadi fokus pemerintah Indonesia. Hal ini disebabkan oleh otomasi yang merupakan bagian dari 17 tujuan pembangunan berkelanjutan secara global (Mabkhot et al., 2021). Hal tersebut dibuktikan dengan terjalannya kerja sama bilateral Indonesia dengan Perancis dalam pengembangan mutu dan keterampilan bagi siswa dan guru dalam bidang kelistrikan, otomasi, dan energi terbarukan (Denty, 2023). Selain pembangunan secara nasional, Indonesia juga gencar untuk melakukan pembangunan regional dimulai dari desa. Salah satu konsep pembangunan regional yang dilakukan adalah kemunculan konsep desa cerdas di Indonesia (Rachmawati, 2018). Dengan demikian, bidang otomasi dikembangkan melalui pembangunan SDM dan dimulai dari wilayah desa.

Konsep desa cerdas yang diusulkan terdiri atas 8 dimensi, yang salah satunya adalah TIK. Komponen TIK dalam dimensi konsep desa cerdas terdiri dari telekomunikasi, utilitas internet, dan proses otomasi (Hadian & Susanto, 2022). Proses otomasi yang dapat dilakukan dalam upaya perwujudan konsep desa cerdas adalah pengendalian lampu penerangan jalan. Lampu penerangan jalan merupakan kelengkapan yang sangat penting bagi masyarakat karena memiliki pengaruh dalam hal keselamatan dan keamanan di wilayah desa tersebut. Adapun fungsi dari lampu penerangan jalan adalah untuk memberikan penerangan kepada pengguna jalan pada malam hari untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan dari kecelakaan atau tindak kriminal (Mihinjac & Saville, 2019; Park & Garcia, 2020; Piza et al., 2019). Atas hal tersebut, pengendalian lampu penerangan jalan secara otomatis merupakan hal yang mendasar dan mudah diupayakan dalam perwujudan konsep desa cerdas.

Pengendalian lampu penerangan jalan secara otomatis ini umumnya menjadi solusi atas permasalahan pengendalian lampu penerangan jalan. Adapun permasalahan tersebut berupa keterlambatan dalam menyalakan lampu penerangan jalan atau keterlambatan mematikan lampu penerangan jalan. Hal ini umumnya disebabkan karena lampu penerangan jalan tidak terhubung dengan jaringan listrik warga sehingga pengendaliannya mengandalkan warga

yang melewati jalan tersebut. Apabila tidak ada warga yang melewati jalan tersebut, maka lampu akan tetap mati ketika malam atau nyala ketika siang.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berlokasi di Desa Secang, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo. Berdasarkan observasi dan wawancara kepada masyarakat, lampu-lampu penerangan jalan di Desa Secang terkadang lupa dinyalakan atau lupa dimatikan. Oleh karena itu, pengabdian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan pengendalian lampu penerangan jalan di Desa Secang. Masalah tersebut diatasi dengan pembuatan modul kendali lampu berbasis LDR.

METODE

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada tanggal 15 November 2023 hingga 26 Desember 2023 di Desa Secang, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Metode yang digunakan dalam pengabdian ini adalah metode PPE (*Planning, Production, dan Evaluation*). Metode ini merupakan metode pengembangan yang bersifat analisis dari awal hingga akhir. Berikut penjelasan dari masing-masing tahapan yang dilakukan.

1. *Planning* (Perancangan)

Tahap perancangan dilakukan dengan melakukan analisis kebutuhan pada penerangan jalan Desa Secang. Analisis kebutuhan ini diawali dengan mengidentifikasi masalah yang ada pada penerangan jalan Desa Secang. Pengumpulan data untuk keperluan identifikasi masalah dilakukan dengan observasi dan wawancara kepada masyarakat terkait penerangan jalan Desa Secang. Setelah masalah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah memutuskan solusi yang sesuai untuk mengatasi permasalahan tersebut. Perancangan solusi yang akan diberikan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Proteus 8 Professional*. Tahap perancangan ini juga dilakukan penentuan kebutuhan alat dan bahan.

2. *Production* (Produksi)

Tahap produksi merupakan tahapan pembuatan atau realisasi dari rancangan yang telah dibuat. Tahap produksi ini modul kendali yang dibuat sejumlah 10 unit. Setelah modul kendali dibuat, direncanakan dan direalisasikan pula pelindung modul guna menghindari kegagalan fungsi ketika hujan.

3. *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi merupakan tahapan pengujian dan penilaian produk yang dibuat dengan spesifikasi atau fungsi yang dikehendaki. Tahapan pengujian dilakukan 2 kali, yaitu pada tahap uji mandiri dan uji lapangan. Tahapan uji lapangan akan dilakukan pula evaluasi yang dilakukan dengan cara pengamatan berdasarkan aspek-aspek yang tercantum pada Tabel 1.

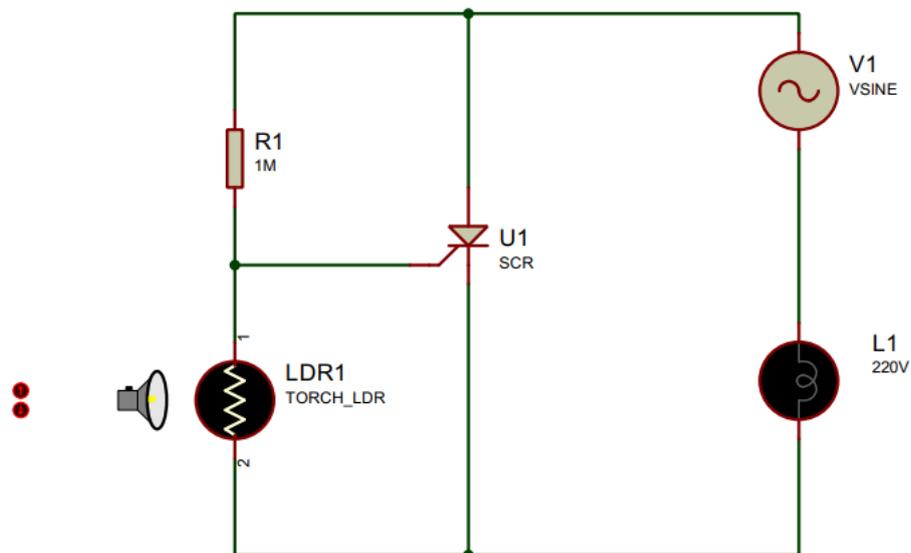
Tabel 2. Aspek evaluasi modul kendali

Aspek	Deskriptor
Kepekaan	Kemampuan modul kendali untuk merespon perubahan kondisi cahaya di lingkungan dan meneruskannya sebagai perintah untuk mengendalikan lampu.
Keandalan	Kemampuan modul kendali dalam beroperasi dengan baik dalam kondisi lingkungan yang dinamis.
Fleksibilitas	Kemampuan modul kendali dalam mengendalikan berbagai spesifikasi lampu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian yang dilakukan berupa pembuatan dan pemasangan modul kendali berbasis LDR ini dilaksanakan pada tanggal 15 November 2023 hingga 26 Desember 2023. Tahap pertama pada kegiatan pengabdian ini adalah *planning* (perencanaan). Tahapan ini didapatkan sebuah masalah pada penerangan jalan di Desa Secang. Adapun masalah tersebut berupa masalah pada nyala dan mati lampu penerangan jalan desa. Lampu-lampu penerangan terkadang nyala dan mati tidak pada waktunya. Terdapat beberapa lampu penerangan pada siang hari yang masih menyala dan pada malam hari belum menyala. Atas temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa hal tersebut merupakan masalah yang harus diatasi. Adapun kategori permasalahan adalah adanya kesenjangan antara keadaan ideal dan keadaan yang ada di lapangan.

Tahapan perencanaan ini juga dilakukan penentuan kebutuhan alat dan bahan, serta simulasi rangkaian. Adapun kebutuhan alat dan bahan untuk membuat modul kendali berbasis LDR adalah solder, tang potong, gunting, tang kombinasi, LDR (*Light Dependent Resistor*), SCR (*Silicon Controlled Rectifier*), Resistor $1M\Omega$, Heatsink, PCB, Kabel Jumper, *Cable ties*, Botol bekas. Kemudian, komponen-komponen yang telah ditentukan dirangkai sesuai gambar perencanaan dan disimulasikan. Adapun hasil simulasi rangkaian terdapat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



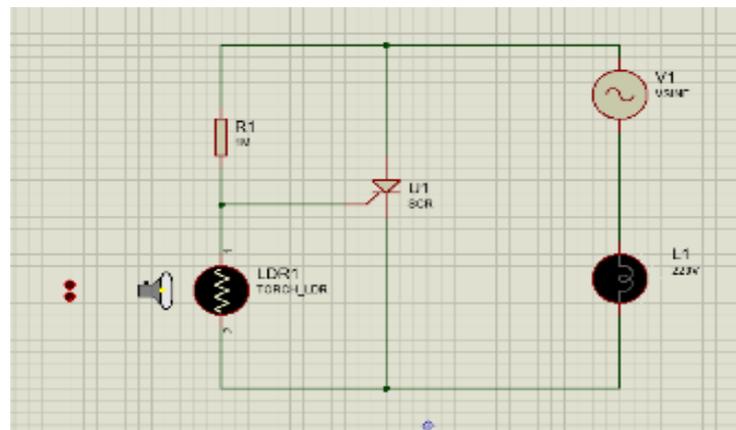
Gambar 3. Diagram rangkaian

Modul kendali lampu ini terdiri dari 3 komponen utama, yaitu LDR, SCR, dan Resistor. LDR (*Light Dependent Resistor*) berperan sebagai inputan yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan cahaya di lingkungan. Perubahan cahaya di lingkungan menyebabkan perubahan nilai resistansi LDR. Ketika intensitas cahaya di lingkungan tinggi, maka resistansi LDR akan rendah dan berlaku sebaliknya. Keadaan inilah yang menjadi dasar pengendalian lampu.

SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) berperan sebagai saklar nonfisik. Peran saklar ini didasarkan pada sifatnya, yaitu sifat semikonduktor yang dapat berubah menjadi konduktor

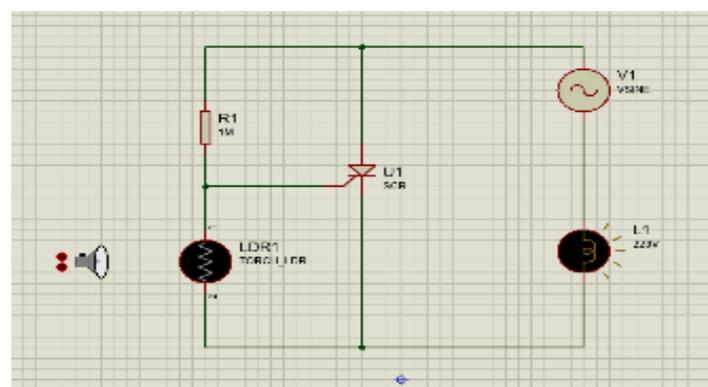
atau isolator perlakuan yang diberikan. SCR terdiri dari 3 pin, yaitu katoda, anoda, dan *gate*. Pin *gate* inilah yang menjadi aktor utama dalam pengaktifan sifat semikonduktor SCR ini. Ketika pin *gate* menerima tegangan pemicu yang sesuai, yaitu berkisar antara 0,7 volt hingga 1,5 volt, maka SCR akan aktif sehingga arus dapat mengalir dari katoda menuju anoda.

Resistor berfungsi sebagai penghambat aliran arus dan juga dapat digunakan sebagai pembanding dalam aplikasi modul ini. Hal ini berlaku sebaliknya. Ketika cahaya di lingkungan memiliki intensitas yang rendah atau ketika sore atau malam hari, maka resistansi LDR akan tinggi. Ketika resistansi LDR tinggi, maka tegangan masukan SCR juga tinggi. Dalam hal ini, tegangan masukan cukup untuk memicu atau mengaktifkan SCR sehingga arus dari katoda dapat mengalir menuju anoda. Keadaan ini membuat lampu aktif.



Gambar 4. Simulasi rangkaian (kondisi terang)

Secara umum, cara kerja dari modul kendali ini adalah ketika cahaya di lingkungan memiliki intensitas yang tinggi atau ketika siang hari, maka resistansi LDR akan rendah. Resistor yang terhubung secara seri dengan LDR akan membentuk rangkaian pembagi tegangan. Di tengah titik rangkaian pembagi tegangan ini digunakan sebagai tegangan masukan untuk SCR. Ketika resistansi LDR rendah, maka tegangan masukan SCR juga rendah. Dalam hal ini, tegangan masukan tidak cukup untuk memicu atau mengaktifkan SCR sehingga arus dari katoda tidak dapat mengalir menuju anoda. Keadaan ini membuat lampu tidak aktif.

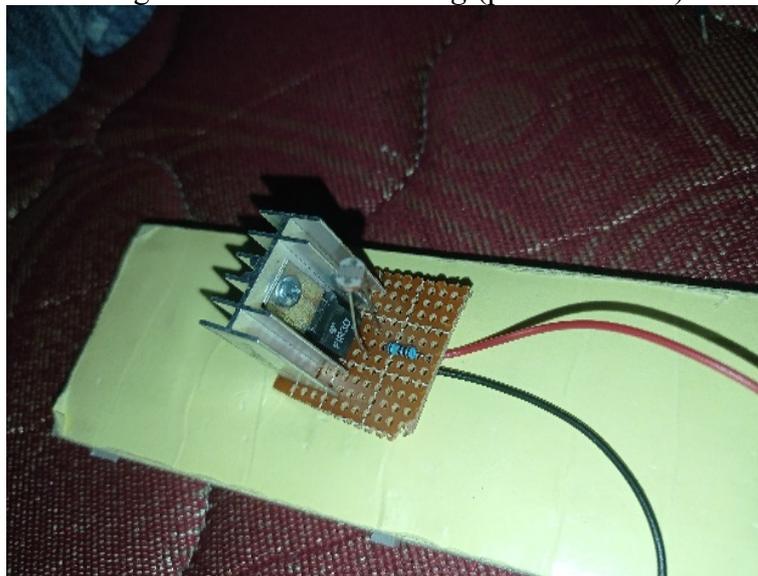


Gambar 5. Simulasi rangkaian (kondisi gelap)

Hal tersebut berlaku sebaliknya. Ketika cahaya di lingkungan memiliki intensitas yang rendah atau ketika sore atau malam hari, maka resistansi LDR akan tinggi. Ketika

resistansi LDR tinggi, maka tegangan masukan SCR juga tinggi. Dalam hal ini, tegangan masukan cukup untuk memicu atau mengaktifkan SCR sehingga arus dari katoda dapat mengalir menuju anoda. Keadaan ini membuat lampu aktif.

Tahapan pengabdian kedua adalah produksi yang dilaksanakan pada tanggal 15 November 2023. Seluruh komponen yang telah disiapkan akan dirangkai dalam PCB dengan cara menyoldernya. Tahap menyolder ini memerlukan kecermatan dan ketelitian karena komponen elektronika sangat sensitif dengan panas. Oleh karena itu, ketika menyolder harus selalu memerhatikan waktu kontak dari solder, timah, dan komponen agar panas yang berlebih tidak merusak komponen (Gambar 4). Seluruh komponen disolder pada PCB dengan rapi dan dilengkapi dengan *heatsink* untuk SCR. Heatsink ini berfungsi untuk memindahkan panas yang timbul dari operasi SCR sehingga panas dari SCR dapat lebih optimal dibuang ke lingkungan. Hal ini juga dapat meningkatkan kinerja SCR dari segi keandalannya karena mencegah SCR dari *overheating* (panas berlebih).



Gambar 6. Modul kendali



Gambar 7. Modul kendali dengan botol plastik sebagai pelindung air

Modul kendali yang telah selesai dirangkai selanjutnya diberi isolasi pada bagian solderan komponen yang ditunjukkan pada Gambar 5. Isolasi ini berfungsi melindungi hubungan antar komponen agar tidak terjadi kesalahan hubungan ketika terkena air. Adapun

untuk melindungi keseluruhan modul kendali dari potensi gangguan air, digunakan botol bekas. Modul kendali dimasukkan ke dalam botol bekas sehingga potensi kerusakan dari gangguan air (air hujan) dapat diminimalisir bahkan dihindari.

Tahapan ketiga pengabdian ini adalah evaluasi yang dilakukan dengan pengujian mandiri, pengujian lapangan, dan penilaian produk. Pengujian mandiri dilakukan dengan menguji modul kendali pada rangkaian lampu yang dibuat secara mandiri guna menguji kesesuaian fungsi dan operasi modul kendali. Apabila fungsi dan operasi telah sesuai dengan yang dikehendaki, maka modul kendali akan diuji lapangan. Modul kendali pada pengujian mandiri telah berfungsi sebagaimana mestinya. Modul kendali berhasil mengaktifkan lampu pada kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya rendah. Modul kendali juga berhasil menonaktifkan lampu pada kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya tinggi. Dengan demikian, modul kendali telah siap diuji lapangan.

Pengujian lapangan dilakukan secara bertahap dengan memasang beberapa modul kendali terlebih dahulu untuk dilihat dan diamati fungsi dan operasinya ketika di lapangan. Pengujian lapangan pertama dilaksanakan pada tanggal 15 Desember 2023 dengan memasang 2 modul kendali di 2 titik penerangan jalan Desa Secang yang tersaji pada Gambar 6.



Gambar 8. Pemasangan modul kendali pada uji lapangan 1

Titik-titik penerangan jalan yang telah terpasang modul kendali pada pengujian lapangan pertama kemudian diamati fungsi dan operasinya. Pengamatan ini merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi pemasangan modul kendali lampu penerangan jalan di Desa Secang. Pengamatan dilakukan selama 5 hari. Berdasarkan pengamatan, aspek kepekaan telah terpenuhi dengan baik. Modul kendali, khususnya LDR dapat merespon dengan baik perubahan intensitas cahaya di lingkungan. Hal ini ditandai dengan beroperasinya lampu penerangan jalan sesuai dengan kondisi lingkungannya. Lampu aktif

pada kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya rendah dan lampu tidak aktif pada kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya tinggi.

Terdapat kendala pada aspek keandalan, yaitu pada hari ke-4 salah satu titik penerangan jalan tidak beroperasi, sedangkan pada titik lainnya dapat beroperasi dengan baik. Lampu pada titik yang tidak beroperasi tersebut mati. Hari berikutnya dilakukan pengecekan kondisi lampu dan modul kendali. Lampu dalam kondisi baik, sedangkan modul kendali dalam kondisi rusak. Kerusakan modul kendali berada pada komponen LDR. Komponen terlalu banyak menerima panas dari lingkungan (sorot sinar matahari) sehingga LDR tersebut rusak dan perlu diganti. Berdasarkan kondisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemasangan modul kendali memerlukan penyempurnaan dari segi pelindung. Diperlukan pelindung dari panas yang ditimbulkan lingkungan (sorot sinar matahari).

Berdasarkan hasil pengujian lapangan pertama, maka seluruh modul kendali yang sudah dimasukkan ke dalam botol diberi filter cahaya matahari yang ditunjukkan pada Gambar 7. Filter tersebut menggunakan kertas yang ditempel mengelilingi botol sehingga cahaya matahari tidak secara langsung mengenai LDR, tetapi cahaya matahari akan tersebar, efek ini dikenal sebagai difusi cahaya. Difusi cahaya ini akan menyebabkan pengurangan panas dari sinar matahari yang menuju LDR. Pengujian lapangan pertama tidak menguji aspek fleksibilitas. Pengujian lapangan pertama ini dilakukan dengan sasaran lampu penerangan dengan jenis yang sama, yaitu lampu pijar. Oleh karena itu, evaluasi untuk aspek fleksibilitas tidak dapat dilakukan.



Gambar 9. Modul kendali dengan filter cahaya

Pengujian lapangan kedua dilaksanakan pada tanggal 20 Desember 2023 dengan memasang 3 modul kendali di 3 titik penerangan jalan Desa Secang yang ditunjukkan pada Gambar 8. Pengamatan fungsi dan operasi juga dilakukan pada pengujian lapangan kedua ini untuk melihat keberhasilan dari solusi yang diberikan untuk masalah pada pengujian lapangan pertama. Pengamatan dilaksanakan selama 5 hari. Berdasarkan hasil pengamatan, aspek kepekaan dari 3 modul kendali yang telah dipasang pada pengujian lapangan kedua dalam kategori baik. Hal ini ditandai dengan lampu penerangan jalan yang beroperasi sesuai dengan kebutuhannya, yaitu aktif ketika kondisi intensitas cahaya di lingkungan rendah dan tidak aktif ketika kondisi intensitas cahaya di lingkungan tinggi.



Gambar 10. Pemasangan modul kendali pada uji lapangan 2

Aspek kepekaan pada modul kendali yang telah terpasang pada pengujian lapangan pertama juga baik dan dapat beroperasi sebagaimana mestinya. Selanjutnya, aspek keandalan dalam pengujian lapangan kedua terpenuhi. Seluruh modul kendali yang terpasang beroperasi dengan baik dalam kondisi lingkungan yang dinamis. Dengan demikian, pemberian kertas sebagai filter efektif untuk mengatasi masalah pada pengujian lapangan pertama.

Pengujian lapangan kedua dilakukan dengan sasaran jenis lampu yang berbeda, yaitu lampu pijar dan lampu LED. Berdasarkan pengamatan, aspek fleksibilitas modul kendali dalam pengujian lapangan kedua terpenuhi. Hal ini ditandai dengan lampu penerangan jalan yang memiliki jenis yang berbeda dapat beroperasi dengan baik. Lampu-lampu tersebut dapat aktif tanpa ada masalah terkait intensitas cahaya yang dipancarkan oleh lampu sebelum dan sesudah dipasang modul kendali. Dengan demikian, modul kendali dikategorikan fleksibel dalam mengendalikan lampu, baik lampu pijar maupun lampu LED.

Pengujian lapangan ketiga dilakukan pada tanggal 26 Desember 2023 yang ditunjukkan pada Gambar 9. Pengujian ini merupakan pengujian terakhir dalam rangka penyelesaian pemasangan modul kendali lampu penerangan jalan di Desa Secang. Pengujian ini dilakukan dengan memasang 1 modul kendali di 1 titik penerangan jalan. Berdasarkan pengamatan, seluruh aspek telah terpenuhi. Dengan demikian, 8 titik penerangan jalan di Desa Secang telah beroperasi secara otomatis.



Gambar 11. Pemasangan modul kendali pada uji lapangan 3

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian di Desa Secang, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo dilaksanakan pada tanggal 15 November 2023 sampai dengan 26 November 2023. Pengabdian yang dilakukan berupa pengadaan dan pemasangan modul kendali berbasis LDR untuk lampu penerangan jalan di Desa Secang. Kegiatan pengabdian ini dilakukan dengan 3 tahapan, yaitu *planning* (perencanaan), *production* (produksi), dan *evaluation* (evaluasi). Keseluruhan tahapan telah terlaksana dengan baik dan lancar.

Terpasang 6 modul kendali di 6 titik penerangan jalan di Desa Secang. Keseluruhan modul kendali tersebut berfungsi dan beroperasi sebagaimana mestinya. Aspek kepekaan, aspek keandalan, dan aspek fleksibilitas dari modul kendali telah terpenuhi sehingga diharapkan modul kendali ini dapat berfungsi dan beroperasi dalam jangka waktu yang lama dan bermanfaat bagi masyarakat Desa Secang.

DAFTAR PUSTAKA

Apriaskar, E., Fahmizal, & Fauzi, M. R. (2020). Robotic technology towards industry 4.0: Automatic object sorting robot arm using kinect sensor. *Journal of Physics:*

- Conference Series*, 1444(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1444/1/012030>
- Attaran, M. (2023). The impact of 5G on the evolution of intelligent automation and industry digitization. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(5), 5977–5993. <https://doi.org/10.1007/S12652-020-02521-X/TABLES/1>
- Bechhoefer, J. (2021). *Control Theory for Physicists*. Cambridge University Press.
- Denty. (2023). *Indonesia Miliki CoE Terbesar untuk Kelistrikan, Otomasi industri, dan Energi Terbarukan*. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2023/03/indonesia-miliki-coe-terbesar-untuk-kelistrikan-otomasi-industri-dan-energi-terbarukan>.
- Fauzi, A. A., Harto, B., Mulyanto, Dulame, I. M., Pramuditha Panji, Sudipa, I. G. I., Dwipayana, A. D., Sofyan Wahyudi, Jatnika, R., & Wulandari, R. (2023). *Pemanfaatan Teknologi Informasi Di Berbagai Sektor Pada Masa Society 5.0* (1st ed.). Sonpedia Publishing Indonesia.
- Hadian, N., & Susanto, T. D. (2022). Pengembangan Model Smart Village Indonesia: Systematic Literature Review. *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology*, 4(2), 77–85. <https://doi.org/10.37823/INSIGHT.V4I2.234>
- Howard, J. (2019). Artificial intelligence: Implications for the future of work. *American Journal of Industrial Medicine*, 62(11), 917–926. <https://doi.org/10.1002/AJIM.23037>
- Mabkhot, M. M., Ferreira, P., Maffei, A., Podržaj, P., Mądział, M., Antonelli, D., Lanzetta, M., Barata, J., Boffa, E., Finžgar, M., Paško, Ł., Minetola, P., Chelli, R., Nikghadam-Hojjati, S., Wang, X. V., Priarone, P. C., Litwin, P., Stadnicka, D., Lohse, N., & Lupi, F. (2021). Mapping Industry 4.0 Enabling Technologies into United Nations Sustainability Development Goals. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 2560*, 13(5), 2560. <https://doi.org/10.3390/SU13052560>
- Mihinjac, M., & Saville, G. (2019). Third-Generation Crime Prevention Through Environmental Design (CPTED). *Social Sciences 2019, Vol. 8, Page 182*, 8(6), 182. <https://doi.org/10.3390/SOCSCI8060182>
- Neumann, W. P., Winkelhaus, S., Grosse, E. H., & Glock, C. H. (2021). Industry 4.0 and the human factor – A systems framework and analysis methodology for successful development. *International Journal of Production Economics*, 233, 107992. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2020.107992>
- Nise, N. S. (2015). *Control Systems Engineering 7th*.
- Park, Y., & Garcia, M. (2020). Pedestrian safety perception and urban street settings. *International Journal of Sustainable Transportation*, 14(11), 860–871. <https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1641577>
- Piza, E. L., Welsh, B. C., Farrington, D. P., & Thomas, A. L. (2019). CCTV surveillance for crime prevention. *Criminology & Public Policy*, 18(1), 135–159. <https://doi.org/10.1111/1745-9133.12419>
- Rachmawati, R. (2018). Pengembangan Smart Village untuk Penguatan Smart City dan Smart Regency. *Jurnal Sistem Cerdas*, 1(2), 12–19. <https://doi.org/10.37396/JSC.V1I2.9>
- Sheridan, T. B. (2016). Human-Robot Interaction. *Human Factors*, 58(4), 525–532. https://doi.org/10.1177/0018720816644364/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_0018720816644364-FIG2.JPEG
- Sovacool, B. K., & Furszyfer Del Rio, D. D. (2020). Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120, 109663. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2019.109663>