



Pengembangan Sistem Pengendalian Lampu Otomatis Berbasis Deteksi Gerak dan Optimalisasi Konsumsi Energi Menggunakan Pendekatan IoT

Leli Donaningrum^{1*}, Samuel Parlindungan Siringo-ringo², Desti Karmini Nudatillah³,
Shinvi Nur Najmil Jannah⁴, Cep Luhfhi Rizky Fauzi⁵, Muhamad Arbi Nur Wulan
Tumanggal⁶

¹⁻⁶Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi, Indonesia

Alamat: Mugarsari, Kec. Tamansari, Kab. Tasikmalaya, Jawa Barat 46196

Korespondensi penulis: 237006005@student.unsil.ac.id*

Abstract. *This research aims to design and develop a motion detection-based automatic light control system with a light intensity setting feature using IoT technology. The system utilizes a combination of PIR sensor, MOSFET module, and Arduino Uno microcontroller to control lighting based on the presence and position of the user. With an adaptive control algorithm, the lamp can dynamically adjust the lighting intensity to several levels as needed. Test results show that the system successfully reduces energy consumption optimally without reducing user comfort. The implementation of this technology has great potential in supporting energy efficiency in public areas, such as parks, office hallways, and sidewalks.*

Keywords: *IoT, Automatic control system, Energy saving, PIR sensor, and Arduino Uno.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pengendalian lampu otomatis berbasis deteksi gerak dengan fitur pengaturan intensitas cahaya menggunakan teknologi IoT. Sistem ini memanfaatkan kombinasi sensor PIR, modul MOSFET, dan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengontrol pencahayaan berdasarkan keberadaan dan posisi pengguna. Dengan algoritma kontrol adaptif, lampu dapat menyesuaikan intensitas pencahayaan secara dinamis hingga beberapa level sesuai kebutuhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengurangi konsumsi energi secara optimal tanpa mengurangi kenyamanan pengguna. Implementasi teknologi ini memiliki potensi besar dalam mendukung efisiensi energi di area publik, seperti taman, lorong perkantoran, dan trotoar.

Kata kunci: IoT, Sistem kontrol otomatis, Penghematan energi, Sensor PIR, dan Arduino Uno.

1. LATAR BELAKANG

Di zaman modern ini, kebutuhan akan efisiensi energi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah listrik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam penggunaan pencahayaan, yang memberikan pengaruh yang besar dalam konsumsi listrik global. Penggunaan lampu yang tidak terkontrol, seperti lampu yang tetap menyala meskipun ruangan kosong, menjadi salah satu penyebab utama pemborosan energi. Di Indonesia, konsumsi listrik untuk kebutuhan pencahayaan di rumah tangga, perkantoran, dan area publik masih tergolong tinggi. Hal ini mendorong pengembangan solusi berbasis teknologi otomasi untuk mengurangi pemborosan energi (MAHMUDAH, 2023).

Penelitian Mahmudah (2023) menunjukkan bahwa sistem kendali lampu berbasis sensor PIR (Passive Infrared Receiver) berhasil mendeteksi keberadaan pengguna untuk

mengontrol pencahayaan secara otomatis. Sistem ini efektif digunakan di toilet umum, mengurangi konsumsi energi akibat kelalaian manusia (MAHMUDAH, 2023).

R. X (2021) mengembangkan alat pengendali lampu otomatis menggunakan kombinasi sensor LDR dan PIR berbasis Arduino. Penelitian ini memungkinkan kontrol lampu berdasarkan keberadaan manusia dan tingkat cahaya sekitar. Meskipun demikian, penelitian ini belum mengeksplorasi pengaturan intensitas cahaya secara dinamis berdasarkan posisi pengguna (X, 2021). Studi lain oleh Septia (2023) mengungkapkan bahwa IoT (Internet of Things) berpotensi besar dalam mengoptimalkan penggunaan energi di bangunan pintar. Pendekatan berbasis sensor IoT yang terhubung secara cerdas mampu mengontrol pencahayaan secara otomatis sesuai kondisi lingkungan, menghasilkan penghematan energi signifikan (Pratama, 2023). Dalam konteks penerangan jalan, Desmira et al. (2022) meneliti penggunaan sensor LDR untuk efisiensi energi pada lampu penerangan umum. Hasilnya menunjukkan bahwa otomatisasi pencahayaan berbasis sensor mampu meningkatkan efisiensi energi dengan pengendalian lampu yang sesuai kondisi lingkungan (Desmira, 2022).

Penelitian ini mengusulkan sistem pengendalian lampu pintar berbasis deteksi gerak dengan pengaturan intensitas cahaya. Sistem ini memungkinkan lampu tidak hanya menyala dan mati secara otomatis, tetapi juga dapat mengatur tingkat intensitasnya (100%, 50%, 25%, hingga 0%) sesuai dengan posisi pengguna. Sebagai contoh, ketika seseorang melintasi area tertentu, lampu di posisi tersebut menyala 100%, sementara lampu di sekitarnya menyala dengan intensitas yang lebih rendah atau mati sepenuhnya. Inovasi ini mengatasi keterbatasan penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada deteksi keberadaan tanpa mempertimbangkan pengaturan intensitas dinamis. Dengan mengintegrasikan sensor PIR, mikrokontroler, dan algoritma kontrol adaptif, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi energi secara signifikan, terutama di area seperti trotoar, taman, dan lorong perkantoran.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengembangkan sistem pengendalian lampu otomatis berbasis deteksi gerak dengan pengaturan intensitas cahaya.
2. Mengimplementasikan algoritma kontrol yang mampu menyesuaikan tingkat pencahayaan lampu berdasarkan posisi pengguna.
3. Menganalisis efektivitas sistem dalam mengurangi pemborosan energi.
4. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi otomasi adaptif untuk mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan.

2. KAJIAN TEORITIS

Kajian teoretis dalam penelitian ini meliputi berbagai dasar yang menjadi landasan pengembangan sistem pengendalian lampu otomatis dengan teknologi deteksi gerak serta upaya optimalisasi penggunaan energi berbasis IoT. *Internet of Things* (IoT) adalah jaringan perangkat yang saling terhubung untuk bertukar data secara real-time melalui internet. Selay et al. (2022) menjelaskan bahwa IoT memanfaatkan teknologi sensor, aktuator, dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan kontrol otomatis. Dalam sistem pencahayaan, IoT memungkinkan pengendalian lampu berdasarkan data lingkungan, seperti deteksi gerak atau intensitas cahaya, yang diolah oleh mikrokontroler dan dikomunikasikan melalui jaringan nirkabel. Selain itu, IoT memungkinkan integrasi dengan aplikasi manajemen energi untuk memantau dan menganalisis pola penggunaan listrik, sehingga mendukung penghematan energi secara signifikan (Selay et al., 2022).

Dalam pengembangan ini, Arduino Uno R3 berfungsi sebagai pengontrol utama yang bertugas mengolah data dari sensor PIR dan mengatur modul MOSFET melalui sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). Arduino Uno R3 adalah mikrokontroler berbasis ATmega328P yang dirancang untuk mengolah data dari sensor, memberikan perintah ke aktuator, dan mengendalikan sistem otomatisasi dengan mudah melalui pemrograman menggunakan Arduino IDE (Zanofa et al., 2020).



Gambar 1. Arduino

Sistem pengendalian lampu otomatis yang dikembangkan memanfaatkan teknologi sensor PIR untuk mengaktifkan lampu secara otomatis saat mendeteksi adanya gerakan. Sensor PIR adalah perangkat elektronik yang mendeteksi gerakan berdasarkan perubahan radiasi inframerah dari objek di sekitarnya. Rahmat dan Yanti (2022) menyoroti bahwa sensor ini sangat sensitif terhadap gerakan manusia, menjadikannya ideal untuk sistem otomatisasi lampu. Sensor PIR bekerja dengan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler, seperti Arduino Uno, saat mendeteksi keberadaan manusia, yang kemudian digunakan untuk menyalakan atau mematikan lampu. Penggunaan sensor PIR dalam sistem pencahayaan tidak hanya

meningkatkan efisiensi energi tetapi juga memperbaiki kenyamanan pengguna (Rahmat & Yanti, 2022).



Gambar 2. Sensor PIR

Modul MOSFET digunakan untuk mengatur daya listrik yang disuplai ke lampu. Lampu adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai sumber pencahayaan dan dapat dikontrol melalui sistem berbasis IoT. Dalam konteks kendali otomatis, lampu terhubung dengan modul pengendali seperti NodeMCU untuk menyalakan, mematikan, atau mengatur intensitas pencahayaan secara jarak jauh berdasarkan perintah yang diterima melalui jaringan internet. Lampu juga berperan sebagai beban utama dalam sistem yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna (Novelan et al., 2020).



Gambar 3. Lampu DC Light Bulb 12V/5W

Sinyal PWM dari Arduino mengontrol MOSFET untuk mengatur intensitas pencahayaan (*dimming*) atau sekadar menyalakan/mematikan lampu. Modul MOSFET adalah komponen elektronik yang berfungsi sebagai pengendali daya atau saklar elektronik dengan efisiensi tinggi. Modul ini menggunakan transistor MOSFET (*Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor*) yang mampu mengatur aliran arus listrik ke perangkat tertentu, seperti lampu atau aktuator, berdasarkan sinyal input yang diberikan. Modul MOSFET sering digunakan dalam sistem otomatisasi karena responsnya yang cepat, kemampuan mengontrol beban besar, dan efisiensi daya yang optimal (Agustini et al., 2020).



Gambar 4. Mosfet Module

Power supply berperan sebagai sumber energi utama, dalam pengembangan ini menggunakan power adaptor yang menyediakan tegangan 12V untuk mengoperasikan lampu melalui modul MOSFET dengan efisien dan stabil. Power supply berfungsi sebagai sumber utama yang menyediakan tegangan dan arus listrik yang diperlukan untuk mengoperasikan sistem berbasis mikrokontroler. Dalam sistem kontrol elektronik seperti yang dijelaskan, power supply memastikan kelancaran distribusi daya ke berbagai komponen, termasuk mikrokontroler, sensor, dan aktuator, sehingga sistem dapat bekerja secara optimal dan stabil (Ari Ramadhan et al., 2020).

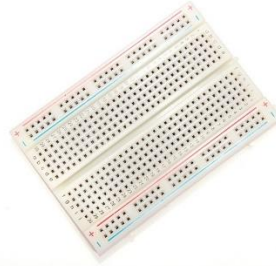


Gambar 5. Power Adaptor

Penelitian ini mengandalkan pengaturan intensitas cahaya yang merupakan fitur penting dalam sistem pencahayaan modern untuk mengoptimalkan konsumsi energi sesuai kebutuhan. Efisiensi energi menjadi perhatian utama dalam pengelolaan sistem pencahayaan untuk mengurangi dampak lingkungan dan biaya operasional. Selain itu, Despa et al. (2021) menekankan bahwa penerapan IoT dalam audit energi membantu memantau dan mengontrol konsumsi listrik secara real-time. Integrasi IoT, sensor PIR, dan pengaturan intensitas cahaya menciptakan sistem yang efisien dan berkelanjutan, sehingga mendukung konservasi energi dalam jangka panjang (Despa & Widyawati, 2021).

Selain itu, dalam pengembangan ini menggunakan beberapa tambahan alat lain yaitu breadboard, female DC jack adaptor, male to female jumper wire, dan male to male jumper wire. Breadboard digunakan untuk merancang dan menguji rangkaian listrik tanpa perlu menyolder komponen, memudahkan pengaturan dan percobaan sirkuit secara fleksibel. Menurut Pela, M. F., & Pramudita, R. (2021), breadboard sangat penting dalam tahap pengembangan prototipe sistem berbasis IoT, karena memfasilitasi penyusunan dan pengujian

rangkaian secara cepat dan efisien sebelum pembuatan sirkuit permanen (Pela & Pramudita, 2021).



Gambar 6. Breadboard

Female DC jack adaptor berfungsi sebagai konektor untuk menghubungkan sumber daya eksternal ke dalam rangkaian, memastikan pengaliran daya yang stabil ke mikrokontroler dan komponen lainnya. Adaptor ini memainkan peran penting dalam menyediakan koneksi yang aman dan stabil untuk sumber daya, memungkinkan sistem untuk beroperasi dengan efisiensi tinggi dan mengurangi risiko gangguan pada aliran daya (Putri et al., 2024).



Gambar 7. Female DC Jack Adaptor

Male to female jumper wire digunakan untuk menghubungkan pin pada mikrokontroler ke komponen lain dengan konektor female, memudahkan koneksi antar komponen dalam rangkaian. Menurut Sulistyorini, T., Sofi, N., & Sova, E. (2022), kabel ini sangat berguna dalam sistem kontrol berbasis IoT, seperti pada penggunaan NodeMCU ESP8266, untuk menghubungkan mikrokontroler ke sensor, relay, atau modul lain secara fleksibel dan aman. Sedangkan, Male to male jumper wire digunakan untuk menghubungkan pin-pin dengan jenis yang sama, seperti antara pin mikrokontroler dan pin pada breadboard atau modul lainnya. Dalam penelitian yang sama, jumper wire ini memungkinkan distribusi sinyal dan daya secara efektif dalam sistem, memfasilitasi komunikasi antar komponen untuk mengontrol perangkat seperti lampu secara jarak jauh melalui aplikasi Blynk (Tri Sulistyorini et al., 2022).



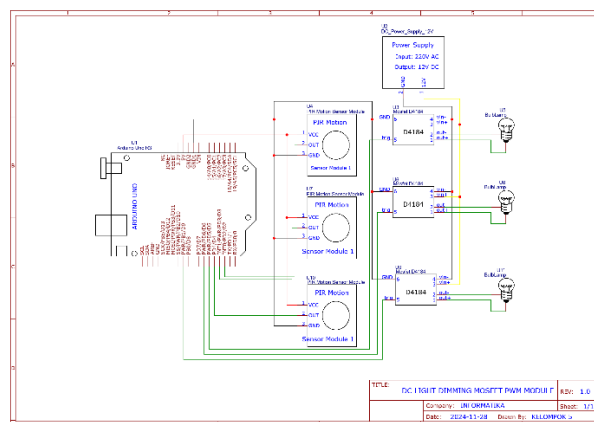
Gambar 8. Female to male



Gambar 9. Male to male

3. METODE PENELITIAN

Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengontrol intensitas cahaya adalah Pulse Width Modulation (PWM), yang bekerja dengan mengubah rasio durasi pulsa atau *duty cycle*, mengatur seberapa lama sinyal "on" dan "off" dalam satu siklus. Dengan mengatur *duty cycle*, sinyal PWM dapat mengontrol jumlah daya yang diterima perangkat, sehingga mengatur intensitas cahaya secara presisi. PWM sangat efisien karena transistor dalam sirkuit hanya mengalirkan arus dalam kondisi "on" atau "off", yang mengurangi kehilangan daya. Metode ini sering digunakan dalam aplikasi seperti lampu LED dan sistem pencahayaan otomatis yang dapat merespons kondisi lingkungan. Penelitian oleh Marpaung dan Al Hafiz (2021) menunjukkan bagaimana PWM diimplementasikan untuk mengendalikan lampu belajar secara otomatis, yang membantu meningkatkan kenyamanan pengguna dan efisiensi energi. PWM memungkinkan kontrol pencahayaan yang halus dan dapat diterapkan dengan biaya rendah menggunakan mikrokontroler seperti Arduino, yang memiliki fitur PWM bawaan (Marpaung & Al Hafiz, 2021). Berikut sirkuit alur atau skema rangkaian dari implementasi metode PWM pada gambar 10:



Gambar 10. Sirkuit Alur Pengendalian Lampu Otomatis

Penjelasan skema alur di atas adalah sebagai berikut:

- a. Arduino Uno R3 sebagai pengontrol utama.
- b. Sensor PIR (3 unit): Digunakan untuk mendeteksi gerakan di tiga zona berbeda.
- c. Modul MOSFET (3 unit): Digunakan untuk mengatur daya pada lampu berdasarkan sinyal PWM dari Arduino.
- d. Lampu (3 unit): Terhubung ke keluaran modul MOSFET dan bertindak sebagai beban.
- e. Power Supply 12V: Memberikan daya untuk lampu melalui modul MOSFET.

Pin yang digunakan pada Arduino:

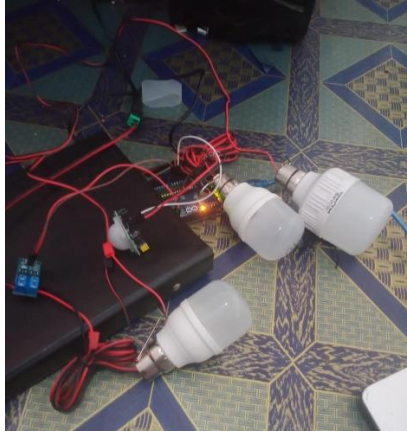
- a. Input:
 - Pin 2: Sensor PIR 1
 - Pin 3: Sensor PIR 2
 - Pin 4: Sensor PIR 3
- b. Output (PWM):
 - Pin 5: Modul MOSFET 1 (Lampu 1)
 - Pin 6: Modul MOSFET 2 (Lampu 2)
 - Pin 9: Modul MOSFET 3 (Lampu 3)
- c. Daya: Pin 5V dan GND yang memberikan daya untuk semua sensor PIR.

Prinsip kerja sirkuit dimulai dengan deteksi gerakan, di mana setiap sensor PIR memantau zona deteksinya dan mengirimkan sinyal HIGH ke pin masukan Arduino saat mendeteksi pergerakan, seperti tubuh manusia. Arduino kemudian membaca sinyal dari sensor PIR dan, berdasarkan sensor yang aktif, mengirimkan sinyal PWM melalui pin keluaran yang sesuai (Pin 5, 6, atau 9) untuk mengaktifkan modul MOSFET terkait. Sinyal PWM dari Arduino mengontrol intensitas lampu yang dikendalikan oleh modul MOSFET, di mana semakin besar siklus kerja PWM, semakin terang lampu menyala, dan lampu otomatis mati jika tidak ada gerakan terdeteksi. Sistem ini juga dapat diprogram untuk mengatur kondisi yang berbeda, seperti menyalakan lampu dengan intensitas rendah untuk penghematan energi atau menyalakan lampu secara penuh saat diperlukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

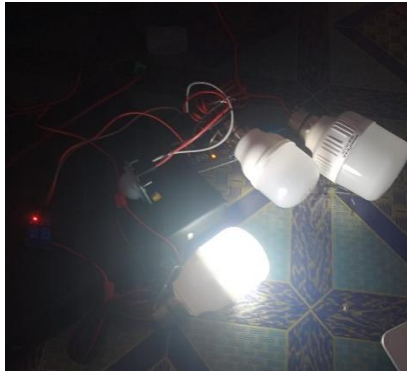
Pada penelitian ini, telah dihasilkan sebuah rancangan sistem pengendalian lampu otomatis yang memanfaatkan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan.



Gambar 11. Rancangan Perangkat Lunak

Pada Gambar 11, sistem menunjukkan kondisi lampu dalam keadaan mati ketika sensor PIR tidak mendeteksi adanya gerakan di sekitarnya.

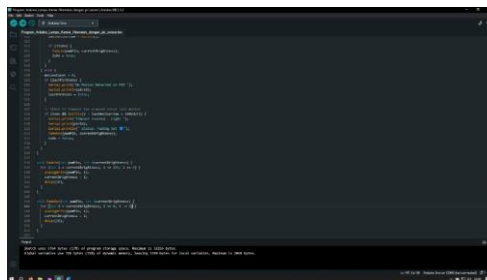
Uji Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar 12. Uji Perangkat Keras

Pada Gambar 12, lampu menyala secara otomatis secara perlahan ketika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan. Penggunaan metode PWM melalui modul mosfet memungkinkan intensitas cahaya lampu diatur sesuai kebutuhan, sehingga lebih hemat energi.

Uji Perangkat Lunak (*Software*)



Gambar 13. Uji Perangkat Lunak

Pada Gambar 13, merupakan uji perangkat lunak menggunakan Arduino IDE. Pada bagian output, terlihat bahwa program berhasil di-compile dan di-upload ke papan Arduino Uno tanpa ada pesan kesalahan. Program ini menggunakan 17% dari kapasitas penyimpanan program dan 35% dari kapasitas memori dinamis untuk variabel lokal, yang masih berada dalam batas maksimum papan Arduino. Kondisi ini menunjukkan bahwa kode sudah dioptimalkan dan siap untuk dijalankan pada perangkat keras untuk mengendalikan sistem arduino.

Keseluruhan Hasil Pengujian Alat

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat

No.	Kondisi	Lampu 1 (%)	Lampu 2 (%)	Lampu 3 (%)	Keterangan
1.	Orang 1 berjalan dekat Lampu 1	100%(fade-in)	0%	0%	Lampu 1 perlahan menyala
2.	Orang 1 berjalan dekat Lampu 2	0% (fade-out)	100%(fade-in)	0%	Lampu 2 menyala perlahan dan Lampu 1 perlahan mati
3.	Orang 1 berjalan dekat Lampu 3	0%	0% (fade-out)	100%(fade-in)	Lampu 3 menyala perlahan dan Lampu 2 perlahan mati
4.	Orang 1 menjauh dari semua Lampu	0%	0%	0% (fade-out)	Lampu 3 perlahan mati
5.	Tidak ada gerakan selama 30 detik	0%	0%	0%	Semua Lampu Mati

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian lampu otomatis berbasis deteksi gerak mampu mengurangi pemborosan energi dengan mengatur intensitas pencahayaan secara dinamis sesuai keberadaan pengguna. Sistem ini terbukti efektif dalam menciptakan efisiensi energi tanpa mengorbankan kenyamanan pengguna. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal pengujian pada skala lingkungan yang lebih besar dan pengintegrasian sumber energi terbarukan. Untuk penelitian mendatang, disarankan agar dilakukan pengujian di kondisi dinamis dan pengembangan fitur berbasis aplikasi smartphone untuk meningkatkan fleksibilitas sistem. Penggunaan teknologi kecerdasan buatan juga direkomendasikan untuk mengoptimalkan kinerja sistem berdasarkan analisis pola gerakan pengguna.

DAFTAR REFERENSI

- Agustini, M., Oktaviani, S., Muhammad, F., & Mozef, E. (2020). Perancangan dan realisasi sistem komunikasi suara dengan penjelasan suara yang ditransmisikan dari cahaya lampu penerangan LED. *Irwans*, 387–395.
- Desmira, D. (2022). Aplikasi sensor LDR (Light Dependent Resistor) untuk efisiensi energi pada lampu penerangan jalan umum. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 9(1), 21–29. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v9i1.4465>
- Despa, D., & Widyawati, R. (2021). Edukasi aplikasi teknologi Internet of Things untuk audit dan manajemen energi dalam rangka konservasi dan efisiensi energi. *Sakai Sambayan*, 1–4.
- Mahmudah, R. N. (2023). Rancang bangun sistem kontrol lampu otomatis menggunakan sensor PIR (Passive Infrared Receiver) pada toilet Unimuda Sorong. *eprints.unimudasorong.ac.id*. Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong.
- Marpaung, P., & Al Hafiz, A. (2021). Implementasi metode Pulse Width Modulation (PWM) sebagai kendali lampu belajar secara otomatis berbasis Arduino. *Jurnal CyberTech*, 1(3), 196–206. <https://ojs.trigunadharna.ac.id/>
- Novelan, M. S., Syahputra, Z., & Putra, P. H. (2020). InfoTekJar: Jurnal nasional informatika dan sistem kendali lampu menggunakan NodeMCU dan MySQL berbasis IoT (Internet of Things). *Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 5(1).
- Pela, M. F., & Pramudita, R. (2021). Sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis Internet of Things pada rumah dengan menggunakan aplikasi Blynk. *Infotech: Journal of Technology Information*, 7(1), 47–54. <https://doi.org/10.37365/jti.v7i1.106>
- Pratama, S. P. (2023). Optimisasi efisiensi energi dalam bangunan cerdas melalui sistem kontrol berbasis IoT. *Journal of Technology and Engineering*, 1(1), 1–5.
- Putri, O., Elida, E., & Nugraha, D. (2024). Evaluating manual vs. IoT-driven automated calibration methods for scale weights. *05(03)*, 3–8.
- Rahmat, S., & Yanti, F. (2022). Alat pendeteksi keberadaan manusia otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno dengan menggunakan sensor PIR (Passive Infrared). *Scientia Sacra: Jurnal Sains*, 2(3), 290–304. <http://pijarpemikiran.com/index.php/Scientia>
- Ramadhan, A. M., Noertjahjono, S., & Wahyuni, F. S. (2020). Rancang bangun akses kunci pintu gerbang indekos menggunakan e-KTP (elektronik kartu tanda penduduk) berbasis mikrokontroler. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 4(2), 239–246. <https://doi.org/10.36040/jati.v4i2.2659>
- Selay, A., Andgha, G. D., Alfarizi, M. A., Bintang, M. I., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). *Karimah Tauhid*, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X. *Karimah Tauhid*, 1(2963-590X), 861–862.

- Sulistiyorini, T., Sofi, N., & Sova, E. (2022). Pemanfaatan NodeMCU ESP8266 berbasis Android (Blynk) sebagai alat mematikan dan menghidupkan lampu. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(3), 40–53. <https://doi.org/10.56127/juit.v1i3.334>
- X, R. (2021). Rancang bangun alat pengendali lampu otomatis menggunakan sensor cahaya (LDR) dan sensor gerak (PIR) berbasis Arduino Uno. *ATDS SAINTECH-Journal of Engineering* E-ISSN, 2(1), 1–6. <https://ojs.atds.ac.id/index.php/atdssaintech/article/view/17>
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu gerbang otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 22–27. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i1.76>