



SISTEM KONTROL INTENSITAS CAHAYA BERBASIS ESP32 MENGUNAKAN AC LIGHT DIMMER DAN TELEGRAM

Lia¹⁾, Rihartanto²⁾, Dwi Titi Maesaroh³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Negeri Samarinda

Corresponding Author¹: lia676098@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: Apr 27, 2026

Revised: Mei 05, 2026

Accepted: Mei 25, 2026

Published: Jun 01, 2026

Keywords:

ESP32

AC Light Dimmer

Telegram Bot

Internet of Things (IoT)

Kontrol Pencahayaan

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah mendorong inovasi dalam sistem kontrol pencahayaan, khususnya dalam pengaturan intensitas cahaya lampu secara fleksibel dan jarak jauh. Sistem pencahayaan konvensional umumnya masih terbatas pada fungsi hidup dan mati tanpa pengaturan tingkat kecerahan yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplemenstasikan sistem kontrol intensitas cahaya berbasis ESP32 menggunakan modul *AC Light Dimmer* serta telegram sebagai media kendali jarak jauh. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan solusi sistem pencahayaan yang lebih efisien, fleksibel, dan mudah dikendalikan secara *real-time* melalui jaringan internet. Dataset yang digunakan berupa data hasil pengujian sistem yang meliputi uji konektivitas, uji komunikasi, uji fungsi dimmer, serta waktu respon sistem terhadap perintah pengguna. Metode yang digunakan adalah metode perancangan dan implementasi sistem IoT yang terdiri dari tahap desain sistem, perakitan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, integrasi Telegram Bot, serta pengujian dan analisis sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol intensitas cahaya pada tingkat 25%, 50% dan 100% dengan respon yang cepat, stabil, dan akurat. Sistem juga berhasil memberikan umpan balik secara *real-time* melalui Telegram, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan kemudahan dalam pengendalian pencahayaan.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY SA 4.0)

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam sistem control pencahayaan. Dengan kehadiran IoT, perangkat elektronik dapat dikendalikan secara jarak jauh melalui jaringan internet sehingga meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam penggunaan. Salah satu perangkat yang banyak digunakan dalam penerapan sistem ini adalah mikrokontroler ESP32 yang memiliki kemampuan konektivitas *Wi-Fi* bawaan serta mendukung pengolahan data secara *real-time* [1].

Pengaturan intensitas cahaya pada lampu AC dapat dilakukan menggunakan modul *AC light dimmer* dengan metode pengaturan sudut fase (*phase angle control*). Metode ini memungkinkan pengguna untuk mengatur daya listrik yang diberikan ke beban sehingga tingkat pencahayaan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Penggunaan dimmer berbasis IoT terbukti mampu memberikan kemudahan serta meningkatkan efisiensi dalam sistem pencahayaan [2].

Selain itu, integrasi sistem kontrol dengan aplikasi pesan instan seperti Telegram memberikan

kemudahan dalam pengoperasian sistem secara jarak jauh. Melalui Telegram Bot, pengguna dapat mengirimkan perintah untuk mengontrol perangkat dan menerima respon secara langsung dari sistem. Hal ini menjadikan sistem kontrol lebih praktis, fleksibel, serta dapat diakses kapan saja selama terhubung dengan jaringan internet [3].

Namun demikian, dalam penerapan masih terdapat kendala seperti kestabilan koneksi jaringan, akurasi pengaturan dimmer, serta integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Oleh karena itu, diperluaskan suatu sistem yang mampu menggabungkan ESP32, *AC light dimmer*, dan Telegram secara optimal agar menghasilkan sistem kontrol intensitas cahaya yang efisien, responsive, dan mudah digunakan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kontrol intensitas cahaya berbasis ESP32 menggunakan *AC light dimmer* dan Telegram sebagai media kendali. Kontribusi penelitian ini adalah menghasilkan sistem kontrol berbasis IoT yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi serta memberikan kemudahan dalam pengendalian pencahayaan secara *real-time*.

Pengembangan bagian sistem kontrol berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam bidang pencahayaan terus mengalami peningkatan seiring dengan kebutuhan akan sistem yang lebih efisien dan fleksibel. Sistem berbasis IoT memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat secara manual maupun otomatis melalui jaringan internet tanpa batasan jarak. Selain itu, integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak yang tepat dapat meningkatkan kinerja sistem serta memberikan kemudahan dalam proses monitoring dan pengendalian secara *real-time*. Dengan demikian, sistem yang dirancang tidak hanya memberikan kemudahan penggunaan, tetapi juga mampu meningkatkan efisiensi energi listrik dalam penggunaan sehari-hari [4].

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan penerapan sistem *Internet of Things* (IoT) untuk mengontrol intensitas cahaya lampu AC. Metode ini dilakukan secara terstruktur melalui beberapa tahapan yang meliputi perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian sistem. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan sistem yang di rancang mampu berkerja secara optimal dan sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam pengendalian pencahayaan berbasis jaringan internet [5].

2.1 Desain Sistem

Desain sistem merupakan tahap awal yang bertujuan untuk menentukan arsitektur serta alur kerja sistem secara keseluruhan. Sistem yang di rancang terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output. Input berasal dari pengguna melalui aplikasi Telegram dalam bentuk perintah teks, kemudian di proses oleh mikrokontroler ESP32, dan menghasilkan output berupa perubahan intensitas cahaya lampu melalui modul *AC light dimmer*.

ESP32 berperan sebagai pusat kendali yang menghubungkan sistem dengan jaringan internet melalui koneksi *Wi-Fi*. Perintah yang dikirim oleh pengguna melalui Telegram Bot akan diterima oleh ESP32, kemudian di proses dan diterjemahkan menjadi sinyal kontrol untuk mengatur sudut fase pada modul dimmer. Dengan demikian, sistem mampu mengatur tingkat pencahayaan secara *real-time* sesuai kebutuhan pengguna [6].

Desain sistem ini mengarah pada konsep sistem IoT yang memungkinkan komunikasi antar perangkat secara jarak jauh dan terintegrasi. Penerapan sistem kendali berbasis IoT terbukti memberikan fleksibilitas serta kemudahan dalam pengoperasian perangkat elektronik [7].

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung pembangunan sistem kontrol.

Tabel 1. Daftar Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama Alat/Software	Fungsi
1	ESP32	Mikrokontroler utama yang mengolah data dan mengendalikan sistem
2	AC Light Dimmer	Mengatur besar kecilnya daya listrik untuk mengontrol tingkat cahaya lampu
3	Lampu AC	Sebagai output yang di kontrol tingkat kecerahannya
4	Kabel penghubung	Menghubungkan antar komponen dan rangkaian
5	Smartphone	Media untuk mengirim perintah dan menerima respon dari sistem
6	Telegram	Aplikasi komunikasi yang di gunakan sebagai interface kontrol sistem
7	Arduino IDE	Software untuk menulis, mengedit, dan mengupload program
8	Wi-Fi	Media komunikasi jaringan antara ESP32 dan pengguna

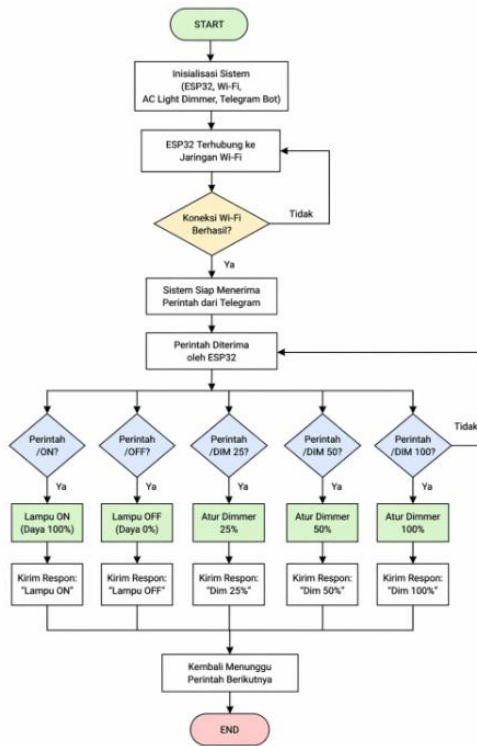
Pemilihan komponen tersebut didasarkan pada kemudahan perancangan, kompetibilitas antar perangkat, serta ketersediaan komponen dalam pengembangan sistem IoT. ESP32 dipilih karena memiliki fitur *Wi-Fi* teintegrasi yang mendukung komunikasi data secara langsung tanpa perangkat tambahan. Sementara itu, modul *AC light dimmer* digunakan karena mampu mengatur daya listrik secara efisien melalui metode pengaturan sudut fase [8].

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan secara bertahap untuk memastikan sistem dapat berjalan dengan baik. Tahapan penelitian meliputi :

- Studi referensi mengenai IoT, ESP32, dan sistem kontrol pencahayaan.
- Perancangan sistem dan pembuatan diagram alur .
- Perakitan perangkat keras.
- Pengembangan perangkat lunak menggunakan arduino IDE.
- Integrasi sistem dengan Telegram Bot.
- Pengujian sistem secara keseluruhan.

Untuk menggambarkan alur kerja sistem, digunakan Flowchart seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart

Metode penelitian ini dilakukan secara beruntun, dimana setiap tahapan dilakukan proses pengujian dan validasi sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya. Pendekatan berurutan ini bertujuan untuk meminimalkan kesalahan serta memastikan setiap komponen sistem dapat berfungsi dengan baik sesuai perancangan. Metode tersebut umum digunakan dalam pengembangan sistem berbasis mikrokontroler dan IoT karena dinilai mampu meningkatkan keandalan, Stabilitan, serta kualitas kinerja sistem secara keseluruhan [9].

2.4 Cara kerja Sistem

Sistem berkerja dengan memanfaatkan komunikasi berbasis internet antara pengguna dan perangkat. Pengguna mengirimkan perintah melalui aplikasi Telegram dalam bentuk teks, seperti perintah untuk menyalakan, mematikan, atau mengatur tingkat kecerahan lampu [10].

Perintah tersebut akan diterima oleh Telegram Bot dan diteruskan ke ESP32 melalui jaringan internet. ESP32 kemudian memproses perintah tersebut dan mengubahnya menjadi sinyal kontrol yang dikirim ke modul *AC light dimmer*. Modul dimmer akan mengatur sudut fase gelombang AC sehingga daya listrik yang di berikan ke lampu dapat di kontrol.

Dengan pengaturan daya tersebut, intensitas cahaya lampu akan berubah sesuai dengan perintah

yang diberikan oleh pengguna. Sistem juga akan mengirimkan respon balik melalui Telegram sebagai indikator bahwa perintah telah berhasil dijalankan .

2.5 Pengujian dan Akuisisi Data

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dan keandalan sistem dalam mengontrol intensitas cahaya. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu uji konektivitas, uji komunikasi, uji fungsi dimmer, serta uji sistem.

Uji konektivitas dilakukan untuk memastikan ESP32 dapat terhubung dengan jaringan *Wi-Fi* secara stabil. Uji komunikasi dilakukan untuk memastikan perintah dari Telegram dapat diterima dan diproses dengan baik oleh sistem. Uji fungsi dimmer dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengatur intensitas lampu sesuai perintah. Sedangkan uji respon dilakukan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan sistem dalam merespon perintah pengguna.

Data hasil pengujian dicatat dan dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil yang diperbolehkan dengan kondisi yang diharapkan, sehingga dapat diketahui tingkat efektivitas sistem telah dirancang [11].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dijelaskan hasil penelitian serta pembahasan secara menyeluruh terhadap sistem kontrol intensitas cahaya berbasis ESP32 yang telah dirancang. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk gambar serta analisis untuk mempermudah pembaca dalam memahami kinerja sistem secara keseluruhan antara input dan output yang dihasilkan oleh alat. Penyajian hasil dalam bentuk visual dan analisis terstruktur merupakan pendekatan yang umum digunakan dalam penelitian sistem berbasis IoT untuk meningkatkan kejelasan interpretasi data serta mempermudah proses evaluasi kinerja sistem yang di kembangkan [12].

3.1. Perancangan dan Implementasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan dan implementasi sistem yang mencakup pengembangan perangkat lunak untuk mendukung kinerja sistem kontrol intensitas cahaya berbasis ESP32. Proses ini meliputi pembuatan Telegram Bot sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem, konfigurasi koneksi ESP32 dengan jaringan *Wi-Fi* serta integrasi dengan Telegram menggunakan *token API*, dan pemrograman sistem kontrol menggunakan Arduino IDE untuk mengatur perintah seperti menyalakan, mematikan, serta mengatur tingkat intensitas cahaya. Seluruh tahapan ini dirancang agar sistem dapat berkerja secara *real-time*, responsif, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna

3.1.1. Pembuatan Telegram Bot

Pada tahap ini dilakukan pembuatan telegram Bot menggunakan BotFather. Bot digunakan sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem ESP32. Setelah bot berhasil dibuat, sistem akan memberikan *token API* yang digunakan untuk menghubungkan program dengan Telegram.



Gambar 2. Pembuatan Telegram Bot

3.1.2. Konfigurasi Koneksi ESP32 dan Telegram

Pada tahap ini ESP32 dikonfigurasi untuk terhubung dengan jaringan *Wi-Fi* menggunakan SSID dan password, serta diintegrasikan dengan Telegram Bot menggunakan *token API*. Konfigurasi ini memungkinkan ESP32 menerima perintah dari Telegram dan mengirimkan respon secara *real-time*.

```
on1.ino
-
bot.sendMessage(CHAT_ID, msg, "");
}
else if (text == "/on") {
  setBrightness(100);
  bot.sendMessage(CHAT_ID, "Lampu ON (100%)", "");
}
else if (text == "/off") {
  setBrightness(0);
  bot.sendMessage(CHAT_ID, "Lampu OFF", "");
}
else if (text == "25%") {
  setBrightness(25);
  bot.sendMessage(CHAT_ID, "Lampu 25%", "");
}
else if (text == "50%") {
  setBrightness(50);
  bot.sendMessage(CHAT_ID, "Lampu 50%", "");
}
else if (text == "100%") {
  setBrightness(100);
  bot.sendMessage(CHAT_ID, "Lampu 100%", "");
}
```

Gambar 3 Program Koneksi ESP32 Dengan Telegram dan *Wi-Fi*

3.1.3. Pemrograman Sistem Kontrol

Pada tahap ini dilakukan pemrograman menggunakan Arduino IDE untuk membaca perintah dari Telegram seperti On, off, serta pengaturan intensitas cahaya (DIM 25%, 50%, 100%). Program juga mengatur sinyal output ke modul *AC light Dimmer*.

```
on1.ino
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <ArduinoJson.h>

// ----- WIFI -----
const char* ssid = "88888888";
const char* password = "88888888";

// ----- TELEGRAM -----
#define BOT_TOKEN "8642885899:AAGc0wE1vLV1Bkg1ReCnnpAFBF54pv_gMo"
#define CHAT_ID "8231489509"

WiFiClientSecure client;
UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, client);

// ----- PIN -----
const int lampPin = 2; // GPIO lampu

// ----- PWM -----
const int pwmChannel = 0;
const int pwmFreq = 5000;
const int pwmResolution = 8; // 0-255

// ----- VARIABLE -----
unsigned long lastTimeBotRun = 0;
const int botRequestDelay = 2000;
```

Gambar 4 Program Program Pada Arduino IDE

3.1.4. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan pada lingkungan nyata di Kost SMB-12 dengan tujuan untuk menganalisis sistem dalam kondisi operasional yang sebenarnya.

3.1.5. Pengujian Dimmer “25% (Redup)”



Gambar 5 Lampu 25%

3.1.6. Pengujian Dimmer “50% (Sedang)”



Gambar 6 Lampu 50%

3.1.7. Pengujian Dimmer “100% (Terang)”



Gambar 7 Lampu 100%

3.2. Analisis Sistem

Analisis sistem dilakukan untuk memahami hubungan antara pengaturan dimmer dengan perubahan intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu menggunakan metode *phase angle control* sebagai teknik utama dalam peraturan daya listrik pada beban. Metode ini bekerja dengan cara mengatur sudut pemacu pada gelombang AC sehingga jumlah daya yang di terima oleh beban dapat dikontrol sesuai dengan kebutuhan pengguna [13].

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Dimana :

P = daya listrik (Watt)

V = tegangan (Volt)

R = hambatan (Ohm)

Berdasarkan persamaan tersebut, peningkatan tegangan yang di berikan pada beban akan menyebabkan daya listrik meningkat sehingga lampu menghasilkan cahaya yang lebih terang dan stabil sesuai dengan nilai yang diberikan oleh sistem kontrol[14].

Sebaliknya, ketika tegangan yang diberikan dikurangi maka daya listrik yang diterima oleh lampu akan menurun sehingga intensitas cahaya menjadi lebih redup dan sesuai dengan tingkat pengaturan dimmer yang dipilih oleh pengguna melalui Telegram [15].

Metode *phase angle control* memungkinkan pengaturan daya listrik dilakukan secara bertahap dengan memotong sebagian gelombang AC, sehingga perubahan intensitas cahaya dapat dikontrol secara halus tanpa terjadi lonjakan daya yang signifikan pada beban serta meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik [16].

3.2.1. Analisis Respon Sistem

Respon sistem terhadap perintah pengguna merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas sistem kontrol yang telah dirancang, dimana sistem diharapkan mampu bekerja secara tepat, akurat, dan konsisten dalam mengesekusi setiap perintah yang diberikan melalui aplikasi Telegram [17].

Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu respon sistem dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kestabilan koneksi internet, kecepatan pemrosesan mikrokontroler ESP32, serta proses komunikasi antara perangkat dengan server Telegram dalam mengirim dan menerima data secara *real-time* [18].

Selain itu, performa sistem juga dipengaruhi oleh kondisi jaringan yang digunakan, dimana jaringan yang stabil akan menghasilkan waktu respon yang lebih cepat dibandingkan dengan jaringan yang tidak stabil, sehingga hal ini menjadi salah satu faktor penting dalam implementasi sistem berbasis IoT [19].

3.2.2. Evaluasi sistem

Evaluasi sistem dilakukan untuk mengetahui kelebihan serta kekurangan dari sistem yang telah dikembangkan sehingga dapat menjadi dasar dalam pengembangan sistem lebih lanjut dimasa yang akan datang serta meningkatkan kualitas sistem yang telah dirancang.

Sistem yang dirancang memiliki keunggulan dalam hal kemudahan penggunaan, fleksibilitas dalam pengendalian perangkat, serta kemampuan untuk diakses dari jarak jauh jaringan internet yang terintegritasi dengan aplikasi Telegram sehingga memberikan kenyamanan bagi pengguna dalam mengontrol perangkat.

Selain itu, sistem juga mampu memberikan respon secara langsung terhadap perintah yang diberikan serta menampilkan status perangkat secara *real-time*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi lampu dengan lebih mudah dan efisien.

Namun demikian, sistem masih memiliki keterbatasan pada ketergantungan terhadap koneksi internet yang dapat mempengaruhi performa sistem terutama ketika jaringan dalam kondisi tidak stabil, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut seperti penambahan sistem kontrol local untuk meningkatkan keadnalan sistem secara keseluruhan [20].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem kontrol cahaya berbasis ESP32 menggunakan *AC light dimmer* dan Telegram berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik sesuai tujuan penelitian. Sistem mampu mengendalikan pencahayaan secara jarak jauh melalui Telegram Bot dengan respon cepat dan *real-time*. Capaian utama

dari penelitian ini adalah kemampuan sistem dalam mengatur intensitas cahaya pada tingkat 25%, 50%, dan 100% secara stabil dan akurat menggunakan metode *phase angel control*. Selain itu, sistem menunjukkan kinerja yang baik dalam aspek konektivitas, komunikasi data, serta integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu membarikan kemudahan, fleksibilitas, serta meningkatkan efisiensi pengguna energi listrik dalam pengendalian pencahayaan berbasis *Internet of Things* (IoT).

TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, yaitu Rihartanto, S.T.,M.Si. dan Dwi Titi Maesaroh, M.Pd., atas bimbingan, arahan, serta dukungan yang diberikan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Politeknik Negeri Samarinda (POLNES) atas fasilitas dan lingkungan akademik yang telah mendukung pelaksanaan penelitian. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman atas bantuan, dukungan, dan kerja sama, serta kepada diri sendiri atas usaha, ketekunan, dan semangat dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENCES

- [1] Y. A. Muhammad Yazid and R. A. Permana, "Prototipe Monitoring Lampu Jalan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dan Api BOT Telegram," *J. Tek. Inform. STMIK Antar Bangsa*, vol. 9, no. 2, pp. 57–62, 2023, doi: 10.51998/jti.v9i2.544.
- [2] 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.
- [3] R. Gustia, M. Hasanah, W. Febriani, and A. Fradana, "Perancangan Smart Home Berbasis Iot Menggunakan Esp32 , Telegram dan Spreadsheet," pp. 695–700, 2025.
- [4] Y. Tambing, "Prototipe Sistem Kontrol Lampu Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Nodemcu," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3702.
- [5] A. Sudaryanto, D. Sasongko, A. Kridoyono, R. P. N. Budiarti, S. T. Mahadewi, and F. A. Arvianto, "ESPCam Control Using Telegram on ESP32 Microcontroller-Based Security Camera Systems," *Appl. Technol. Comput. Sci. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 21–32, 2022, doi: 10.33086/atcsj.v5i2.3760.
- [6] A. M. F. Dzikrulkhair, R. Satra, and A. W. Mufila Gafar, "Rancang Bangun Jemuran Pintar Otomatis Berbasis Internet of things (Iot)," *LINIER Lit. Inform. dan Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 438–446, Oct. 2025, doi: 10.33096/linier.v2i3.3153.
- [7] T. Yuares, "PENGEMBANGAN SISTEM SMART PET FEEDER BERBASIS IOT DENGAN KENDALI JARAK JAUH MENGGUNAKAN BLYNK," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 14, no. 1, Jan. 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i1.8446.
- [8] E. A. Prastyo, "Mengapa ESP32 Menjadi Pilihan Utama dalam Proyek IoT Industri," *Arduino Indonesia*. Accessed: Apr. 25, 2026. [Online]. Available: <https://www.arduinoindonesia.id/2024/08/mengapa-esp32-menjadi-pilihan-utama-dalam-proyek-iot-industri.html>.
- [9] A. N. Afif, F. Noviyanto, Sunardi, S. A. Akbar, and E. Aribowo, "Integrated application for automatic schedule-based distribution and monitoring of irrigation by applying the waterfall model process," *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 9, no. 1, pp. 420–426, 2020, doi: 10.11591/eei.v9i1.1368.
- [10] M. J. Rizaldi and E. Radwitya, "Kontrol Lampu Dengan Menggunakan Modul Nodemcuesp8266 V.3 Berbasis Telegram Bot," *Injct. Indones. J. Vocat. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 77–85, 2022, doi: 10.58466/injection.v2i2.707.
- [11] Y. Sun *et al.*, "A design method of simulation result record base," p. 32, 2022, doi: 10.1117/12.2640099.
- [12] R. Furgana Haigis, "SMART LIGHT SYSTEM BERBASIS SENSOR CAHAYA DENGAN TEKNOLOGI IoT," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 3, pp. 5057–5062, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i3.13588.
- [13] Saminto and Saefurrochman, "IMPLEMENTASI SCR PHASE ANGLE CONTROL PADA KENDALI CATU DAYA PULLER SUMBER ION SIKLOTRON Super PLC Fx2424 [9] Program kendali DAC TATA KERJA Alat dan Bahan," 2016.
- [14] S. Widiastuti, "Rancang Bangun Alat Pengatur Intensitas Cahaya Lampu Pijar Menggunakan Potensiometer," *Elektriase J. Sains dan Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 02, pp. 141–150, 2023, doi: 10.47709/elektriase.v12i02.1658.
- [15] E. Widiarto, A. Adiwismono, T. Triyono, S. Setiyoko, and E. Triyani, "PENGARUH FLUKTUASI TEGANGAN TERHADAP INTENSITAS CAHAYA PADA LAMPU LED (Light Emitti Diode) DARI BERBAGAI MEREK," *Orbith Maj. Ilm. Pengemb. Rekayasa dan Sos.*, vol. 18, no. 1, pp. 46–52, Apr. 2022, doi: 10.32497/orbith.v18i1.3563.
- [16] I. N. B. T. Putra, C. G. I. Partha, and I. W. Sukerayasa, "IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA PROTOTIPE ALAT PENERANGAN JALAN BERBASIS INTERNET OF THINGS SEBAGAI UPAYA EFISIENSI ENERGI DI JALAN BUKIT DHARMA RAYA JIMBARAN", doi: <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2025.v12.i03.p1>.
- [17] A'Arif Rahman Hakim, Thia Anissa, Amalia Oktaviani, Haerunisa, and Imat Sulaeman, "Sistem Kontrol Lampu Berbasis Mikrokontroler ESP8266 Dengan Sinric-Pro dan Google Assistant," *Sinergi Teknol. dan Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 77–82, Sep. 2025, doi: 10.32493/sintakmas.v1i1.54263.
- [18] B. Sri Surani, A. Dharmawan, C. Asa Bakti, and U. AKI Semarang, "Implementasi Mikrokontroler Esp32 Untuk Kontrol Berbasis Pengenalan Suara Dan Cahaya Dalam Sistem Smart Home," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 8, no. 5, pp. 1375–1387, 2025.
- [19] G. T. Hadiyanto, H. S. Gurrans, B. Apriyanto, and R. Saptarika, "Pengaruh Waktu Respon Pada Sistem Keamanan Rumah Berbasis IOT dengan ESP32-Cam dan PIR Menggunakan Smartphone Android," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 9, no. 6, p. 1698, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i6.4957.
- [20] A. Febrianti, B. Nur Azizah, and E. Sulis Septiani, "Pemanfaatan Telegram Bot pada Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT dengan Mikrokontroler ESP32," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Bisnis*, pp. 532–539, Jul. 2025, doi: 10.47701/jxxvbg60.