

Implementation of an automatic curtain control system using a servo motor and ultrasonic sensor based on the internet of things

Anggun Pratiwi Ritonga¹, Al-Khowarizmi²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Email: anggunpratiwiritonga@gmail.com; alkhowarizmi@umsu.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) mendorong pengembangan sistem otomasi rumah yang lebih efisien, salah satunya melalui penerapan sistem kontrol tirai otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol tirai berbasis IoT menggunakan Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, motor servo SG90, dan sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem yang dikembangkan memiliki dua fitur utama, yaitu kontrol manual melalui bot Telegram dan kontrol otomatis berdasarkan hasil deteksi jarak objek menggunakan sensor ultrasonik. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, implementasi sistem, serta pengujian untuk mengetahui respons dan tingkat keberhasilan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tirai dapat dikendalikan melalui bot Telegram secara *real-time* dan dapat terbuka secara otomatis ketika objek terdeteksi pada jarak 15 cm, dengan tingkat keberhasilan sebesar 95%. Berdasarkan hasil tersebut, sistem kontrol tirai otomatis berbasis IoT dapat digunakan sebagai salah satu solusi dalam mendukung penerapan konsep *smart home* melalui kemudahan pengoperasian dan otomatisasi kontrol tirai. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan fitur pengendalian berbasis suara, integrasi dengan perangkat *smart home* lainnya, serta peningkatan akurasi deteksi sensor.

Kata Kunci: internet of things (iot); arduino uno; sensor ultrasonik hc-sr04; bot telegram; tirai otomatis

ABSTRACT

The development of Internet of Things (IoT) technology has encouraged the development of more efficient home automation systems, including the implementation of automatic curtain control systems. This study aims to design and implement an IoT-based curtain control system using an Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, SG90 servo motor, and HC-SR04 ultrasonic sensor. The developed system has two main features: manual control through a Telegram bot and automatic control based on object distance detected by the ultrasonic sensor. The research methodology includes hardware design, software design, system implementation, and testing to evaluate the system's response and success rate. The test results show that the curtains can be controlled through the Telegram bot in real time and can open automatically when an object is detected at a distance of 15 cm, with a success rate of 95%. Based on these results, the IoT-based automatic curtain control system can serve as a solution for supporting the implementation of the smart home concept by providing ease of operation and automated curtain control. Future development may include the addition of voice-based control, integration with other smart home devices, and improvements in sensor detection accuracy.

Keywords: internet of things (iot); arduino uno; hc-sr04 ultrasonic sensor; telegram bot; automatic curtain

Corresponding Author:

Anggun Pratiwi Ritonga,
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,
Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Tim., Kota
Medan, Sumatera Utara 20238, Indonesia
Email: anggunpratiwiritonga@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada era Revolusi Industri 4.0 telah mendorong penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam berbagai bidang, termasuk otomasi rumah. IoT memungkinkan perangkat fisik terhubung melalui jaringan sehingga dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh (Junaidi, 2015; Jaladri & Hardani, 2022). Salah satu penerapannya adalah sistem rumah pintar (*smart home*), termasuk otomasi tirai yang sebelumnya umumnya dioperasikan secara manual.

Penelitian mengenai tirai otomatis telah memanfaatkan sensor cahaya sebagai salah satu dasar pengambilan keputusan. Sistem tersebut menggunakan intensitas cahaya sebagai parameter untuk menentukan kondisi buka atau tutup tirai (Subhan, 2021). Pendekatan berbasis cahaya dapat digunakan untuk merespons perubahan kondisi pencahayaan, tetapi keputusan sistem bergantung pada kondisi cahaya yang terdeteksi. Oleh karena itu, parameter jarak dapat dipertimbangkan sebagai alternatif untuk menghasilkan mekanisme kontrol tirai yang tidak bergantung pada intensitas cahaya.

Sensor ultrasonik HC-SR04 dapat digunakan untuk mengukur jarak objek berdasarkan gelombang ultrasonik. Penerapan sensor ultrasonik pada sistem otomasi telah digunakan, antara lain, pada sistem rumah dan prototipe pintu otomatis berbasis Arduino (Imania et al., 2024). Penggunaan HC-SR04 juga telah diterapkan pada sistem berbasis Arduino untuk melakukan pengukuran jarak objek (Yudha & Sani, 2019). Karakteristik tersebut menjadikan sensor ultrasonik relevan untuk digunakan sebagai masukan dalam mekanisme otomasi tirai berbasis jarak.

Selain kontrol otomatis, sistem rumah pintar dapat menyediakan mekanisme pengendalian perangkat melalui jaringan. NodeMCU ESP8266 telah digunakan dalam pengembangan sistem *smart home* berbasis IoT dan memiliki konektivitas Wi-Fi untuk mendukung komunikasi perangkat (Karouw et al., 2026). Integrasi Telegram dengan perangkat berbasis Arduino juga telah diterapkan untuk menyediakan antarmuka pengendalian melalui aplikasi pesan (Devita et al., 2023). Pada sistem pembuka tirai otomatis, bot Telegram juga telah digunakan sebagai media kendali jarak jauh (Perangin-Angin et al., 2024).

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, masih terdapat peluang untuk mengintegrasikan mekanisme kontrol otomatis berbasis jarak dengan kontrol manual melalui jaringan dalam satu sistem tirai. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi prototipe tirai otomatis menggunakan Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, motor servo SG90, dan sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem dirancang dalam dua mode pengoperasian, yaitu mode otomatis berdasarkan jarak objek dan mode manual melalui bot Telegram. Penggunaan Arduino dan motor servo dalam pengembangan sistem tirai otomatis juga telah diterapkan oleh Nusyirwan et al. (2020), yang menunjukkan bahwa kombinasi tersebut dapat digunakan untuk mengendalikan mekanisme pembukaan dan penutupan tirai secara otomatis.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen melalui perancangan, pembangunan, dan pengujian prototipe tirai otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode eksperimen digunakan untuk mengamati dan mengukur kinerja sistem berdasarkan hasil pengujian perangkat keras dan perangkat lunak. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, perancangan sistem, perakitan perangkat keras, pemrograman perangkat lunak, integrasi sistem, dan pengujian prototipe.

Pada tahap studi literatur, dilakukan kajian terhadap penelitian terdahulu yang relevan dengan penggunaan sensor ultrasonik, motor servo, Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, dan bot Telegram pada sistem otomasi. Literatur mengenai otomasi rumah berbasis IoT (Junaidi, 2015; Jaladri & Hardani, 2022), penggunaan sensor ultrasonik pada sistem otomasi (Imania et al., 2024), serta penggunaan Telegram sebagai media kendali (Devita et al., 2023; Perangin-Angin et al., 2024) digunakan sebagai dasar dalam menentukan rancangan sistem.

Tahap perancangan sistem dilakukan dengan menentukan arsitektur perangkat keras, hubungan antarkomponen, serta alur kerja perangkat lunak. Sistem dirancang memiliki dua mode pengoperasian, yaitu mode otomatis berdasarkan jarak objek yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik dan mode manual melalui bot Telegram. Perancangan ini menjadi dasar dalam proses perakitan perangkat keras dan pengembangan perangkat lunak.

Pada tahap perakitan perangkat keras, beberapa komponen utama diintegrasikan, yaitu Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak objek, motor servo SG90 sebagai aktuator penggerak tirai, dan NodeMCU ESP8266 sebagai modul komunikasi yang terhubung ke jaringan Wi-Fi. Penggunaan sensor ultrasonik dan motor servo sebagai komponen sistem mengacu pada penerapannya dalam penelitian terdahulu mengenai sistem otomasi dan tirai otomatis (Nusyirwan et al. 2020). Komponen dihubungkan menggunakan *breadboard* dan kabel *jumper*, sedangkan sumber daya sistem menggunakan *power bank*.

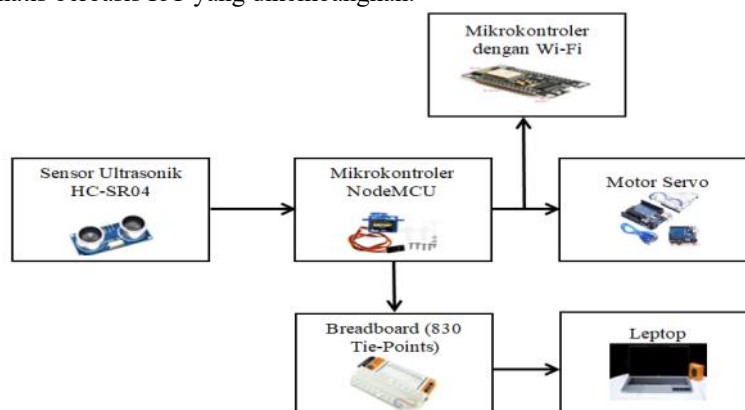
Pada tahap pemrograman, Arduino IDE digunakan untuk mengembangkan program pada Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266. Program pada Arduino Uno berfungsi untuk membaca data dari sensor

ultrasonik HC-SR04 dan mengendalikan pergerakan motor servo SG90. Sementara itu, program pada NodeMCU ESP8266 digunakan untuk menghubungkan sistem dengan jaringan Wi-Fi dan bot Telegram. NodeMCU ESP8266 menerima perintah yang dikirimkan pengguna melalui Telegram dan meneruskannya ke Arduino Uno melalui komunikasi serial untuk diproses sesuai dengan perintah yang diberikan.

Tahap integrasi dilakukan dengan menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak agar seluruh komponen dapat bekerja sebagai satu kesatuan sistem. Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap proses pembacaan jarak oleh sensor ultrasonik, pengendalian motor servo berdasarkan hasil pembacaan sensor, komunikasi serial antara Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266, serta penerimaan perintah dari bot Telegram.

Pengujian sistem dilakukan pada dua mode pengoperasian. Pada mode otomatis, sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi jarak objek. Sistem dirancang untuk membuka tirai ketika objek terdeteksi pada jarak kurang dari 10 cm dan menutup tirai ketika jarak objek lebih dari 15 cm. Pada mode manual, pengujian dilakukan dengan mengirimkan perintah /open, /close, /status, /sensoron, dan /sensoroff melalui bot Telegram. Setiap perintah diuji untuk mengetahui apakah sistem memberikan respons sesuai dengan fungsi yang telah dirancang.

Data pengujian yang dikumpulkan meliputi hasil pembacaan jarak sensor ultrasonik, respons motor servo terhadap kondisi yang diberikan, waktu respons sistem terhadap perintah melalui Telegram, status tirai yang ditampilkan melalui bot, dan kondisi suplai daya selama sistem beroperasi. Data hasil pengujian selanjutnya dianalisis secara kuantitatif berdasarkan hasil setiap skenario pengujian untuk mengevaluasi kinerja prototipe tirai otomatis berbasis IoT yang dikembangkan.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem



Gambar 2. Flowchart



Gambar 3. Prototipe Tirai Otomatis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan prototipe tirai otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan dua mode kontrol, yaitu mode otomatis melalui sensor ultrasonik HC-SR04 dan mode manual melalui bot Telegram. Sistem dirancang menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama, NodeMCU ESP8266 sebagai modul komunikasi IoT, motor servo SG90 sebagai aktuator, serta miniatur tirai sebagai media uji coba.

Hasil pengujian pada mode otomatis menunjukkan bahwa sensor ultrasonik dapat mendeteksi objek dengan cukup akurat. Tirai terbuka ketika objek terdeteksi pada jarak kurang dari 10 cm, dan menutup kembali ketika jarak objek berada lebih dari 15 cm. Meskipun terdapat variasi pembacaan ± 1 cm pada jarak ambang, sistem tetap dapat mengeksekusi perintah otomatis dengan stabil. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor ultrasonik lebih efektif dibandingkan sensor cahaya yang cenderung dipengaruhi intensitas pencahayaan.

Pada mode manual, perintah yang dikirimkan melalui bot Telegram dapat diterima dengan baik oleh NodeMCU dan diteruskan ke Arduino Uno untuk mengeksekusi motor servo. Perintah /open, /close, dan /status menunjukkan respon yang cepat dengan waktu rata-rata 1–2 detik tergantung kualitas jaringan internet. Selain itu, pengguna juga dapat mengaktifkan dan menonaktifkan mode otomatis dengan perintah /sensoron dan /sensoroff. Integrasi dengan Telegram bot terbukti memberikan fleksibilitas bagi pengguna dalam mengontrol tirai dari jarak jauh dengan antarmuka yang sederhana dan praktis.

Analisis keandalan sistem menunjukkan bahwa penggunaan power bank sebagai sumber daya tambahan mampu menjaga kestabilan NodeMCU sehingga koneksi Wi-Fi tetap stabil selama pengujian. Hal ini penting karena kestabilan suplai daya sangat memengaruhi kualitas komunikasi perangkat IoT. Sistem mampu beroperasi selama beberapa jam tanpa mengalami gangguan atau putus koneksi.

Secara keseluruhan, prototipe tirai otomatis ini dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Kombinasi antara mode otomatis dan manual memberikan fleksibilitas dalam pengoperasian tirai. Dibandingkan dengan penelitian terdahulu, penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik sebagai parameter jarak dan bot Telegram sebagai media kontrol manual. Pendekatan tersebut melengkapi penelitian berbasis sensor cahaya pada tirai otomatis (Subhan, 2021), penggunaan motor servo pada sistem tirai (Nusyirwan et al. 2020), serta penerapan bot Telegram pada sistem pembuka tirai otomatis (Perangin-Angin et al., 2024).

Meskipun demikian, terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini. Sistem masih sangat bergantung pada kestabilan jaringan internet untuk dapat menerima perintah dari Telegram. Selain itu, variasi kecil pada pembacaan sensor ultrasonik dapat memengaruhi respon tirai ketika objek berada pada jarak ambang tertentu. Namun, keterbatasan ini masih berada dalam batas toleransi dan tidak memengaruhi kinerja sistem secara signifikan. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut, misalnya dengan menambahkan sensor cahaya, memperkuat aktuator menggunakan motor DC dengan modul relay, serta meningkatkan aspek keamanan komunikasi pada bot Telegram.

A. Hasil Implementasi Mode Otomatis

Pengujian mode otomatis dilakukan dengan menempatkan objek pada beberapa jarak di depan sensor ultrasonik HC-SR04. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tirai terbuka ketika objek terdeteksi pada jarak kurang dari 10 cm dan menutup ketika objek terdeteksi pada jarak lebih dari 15 cm. Hasil pembacaan sensor menunjukkan adanya variasi sekitar ± 1 cm pada beberapa pengujian. Meskipun demikian, sistem dapat menjalankan aksi buka dan tutup sesuai dengan batas jarak yang telah ditentukan.

B. Hasil Implementasi Mode Manual

Pengujian mode manual dilakukan melalui bot Telegram dengan menggunakan beberapa perintah, yaitu /open, /close, /status, /sensoron, dan /sensoroff. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh perintah dapat diterima dan dieksekusi oleh sistem sesuai dengan fungsi yang telah dirancang, dengan waktu respons rata-rata 1–2 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa NodeMCU ESP8266 dapat berkomunikasi dengan bot Telegram dan meneruskan perintah pengguna ke sistem kontrol secara *real-time* selama koneksi internet tersedia.

C. Analisis Kestabilan Sistem

Power bank digunakan sebagai sumber daya untuk NodeMCU ESP8266. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi selama beberapa jam tanpa mengalami gangguan koneksi yang teramati selama periode pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan suplai daya yang memadai mendukung keberlangsungan operasi NodeMCU ESP8266 dan konektivitas sistem IoT.

Tabel 1. Alat dan Bahan

NO	ALAT DAN BAHAN	KETERANGAN	GAMBAR
1	NodeMCU ESP8266	Mikrokontroler dengan Wi-Fi	
2	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Pengukur jarak objek	
3	Motor Servo SG90	Penggerak tirai	
4	Arduino Uno	Mikrokontroler utama untuk membaca sensor dan menggerakkan servo	
5	kabel jumper	Rangkaian koneksi	
6	Power Bank	Sumber daya untuk NodeMCU ESP8266 agar stabil	
7	Breadboard	Rangkaian koneksi	
8	Tirai miniatur/prototipe tirai	Representasi sistem tirai otomatis	
9	Leptop	Pemrograman	
10	Bot Telegram	Media komunikasi utama antara pengguna dengan sistem tirai otomatis berbasis IoT	

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu, penelitian ini menggunakan parameter jarak sebagai dasar pengendalian otomatis serta menyediakan kontrol manual melalui bot Telegram. Subhan (2021) menggunakan sensor cahaya untuk mengendalikan buka-tutup tirai dan lampu, sedangkan Nusyirwan (2020) mengembangkan sistem tirai otomatis berbasis mikrokontroler dengan motor servo. Sementara itu, Perangin-Angin et al. (2024) menerapkan IoT pada sistem pembuka tirai otomatis dengan bot Telegram sebagai media kendali. Penelitian ini mengintegrasikan sensor ultrasonik, motor servo, NodeMCU ESP8266, dan bot

Telegram dalam satu prototipe yang memiliki dua mode pengoperasian, yaitu otomatis berdasarkan jarak objek dan manual melalui Telegram.

Sistem yang dikembangkan masih memiliki peluang untuk ditingkatkan pada beberapa aspek. Penambahan sensor cahaya dapat dipertimbangkan untuk menggabungkan parameter jarak dan intensitas cahaya dalam menentukan kondisi tirai, sebagaimana pendekatan berbasis sensor cahaya yang digunakan oleh Subhan (2021). Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat diterapkan pada objek dengan ukuran dan beban yang lebih besar dengan menyesuaikan kapasitas komponen penggerak agar sesuai dengan kebutuhan mekanis. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur monitoring secara real-time melalui teknologi Internet of Things (IoT), sehingga kondisi dan status tirai dapat dipantau dari jarak jauh sebagaimana penerapan sistem monitoring berbasis IoT pada kanopi pintar yang dikembangkan oleh Gunawan et al. (2021).

Dari aspek keamanan, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan mekanisme autentikasi pengguna sehingga hanya pengguna yang memiliki hak akses yang dapat mengendalikan tirai melalui bot Telegram. Integrasi dengan platform atau protokol IoT lainnya, seperti Blynk, MQTT, atau Home Assistant, juga dapat dipertimbangkan untuk memperluas kemampuan pemantauan dan pengendalian sistem.



Gambar 4. Respon dan Perintah pada Bot Telegram

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan prototipe tirai otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan dua mode pengoperasian, yaitu mode otomatis menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan mode manual melalui bot Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan rancangan, yaitu tirai terbuka ketika objek terdeteksi pada jarak kurang dari 10 cm dan menutup ketika jarak objek lebih dari 15 cm. Pada mode manual, seluruh perintah Telegram, yaitu /open, /close, /status, /sensoron, dan /sensoroff, dapat dieksekusi sesuai dengan fungsi yang dirancang, dengan waktu respons rata-rata 1–2 detik. Selama pengujian, penggunaan *power bank* sebagai sumber daya mendukung pengoperasian NodeMCU ESP8266 dan kestabilan koneksi sistem. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, kombinasi sensor ultrasonik dan bot Telegram dapat diterapkan sebagai mekanisme pengendalian otomatis dan manual pada prototipe tirai berbasis IoT untuk mendukung penerapan konsep *smart home*.

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, terutama ketergantungan pada kualitas jaringan internet dan adanya variasi pembacaan sensor ultrasonik pada beberapa kondisi pengujian. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penambahan sensor cahaya untuk mengombinasikan parameter jarak dan intensitas cahaya dalam meningkatkan fleksibilitas pengendalian otomatis. Penggunaan motor DC atau aktuator dengan kapasitas yang lebih besar juga dapat dipertimbangkan agar sistem dapat mengoperasikan tirai dengan ukuran dan beban yang lebih besar. Dari aspek keamanan, komunikasi melalui bot Telegram dapat diperkuat dengan menambahkan mekanisme autentikasi pengguna untuk membatasi akses terhadap sistem. Selain itu, integrasi dengan platform atau protokol IoT lain, seperti Blynk, MQTT, atau Home Assistant, dapat dikembangkan untuk memperluas fungsi pemantauan dan pengendalian sistem.

REFERENSI

- Devita, R., Wirawan, N. T., & Syafni, D. A. (2022). Perancangan prototipe keamanan pintu rumah menggunakan kamera TTL dan aplikasi Telegram berbasis Arduino. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(2), 49–61. <https://doi.org/10.55606/juisik.v2i2.199>
- Gunawan, A. R., Gunaryati, A., & Darusalam, U. (2021). Sistem monitoring kanopi pintar secara real-time berbasis IoT. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 5(3), 245–251. <https://doi.org/10.30998/string.v5i3.8205>
- Imania, S. N., Ghofur, A., & Lazim, F. (2024). Rancang bangun prototipe buka tutup pintu otomatis berbasis Arduino menggunakan sensor ultrasonik di Toko Faridh Collection di Desa Ketowan. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(3), 1386–1395. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i3.4299>
- Jaladri, N. G., & Hardani, D. N. K. (2021). Sistem otomasi rumah berbasis Internet of Things (IoT) melalui cloud server dengan pengendali smartphone. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 5(2), 71–82. <https://doi.org/10.30595/jrst.v5i2.8303>
- Junaidi, A. (2015). Internet of Things, sejarah, teknologi dan penerapannya. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 1(3), 62–66. <https://doi.org/10.33197/jitter.vol1.iss3.2015.66>
- Karouw, N. V. N., Mamahit, C. E. J., & Ticoh, J. D. (2026). Rancang bangun sistem smart home berbasis IoT menggunakan NodeMCU V3 (ESP8266) dan Blynk untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi pada rumah tangga. *Vocational: Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan*, 6(2), 171–182. <https://doi.org/10.51878/vocational.v6i2.9843>
- Nusyirwan, D., Daiichi, N. H., & Perdana, P. P. (2020). Tirai otomatis berbasis Arduino untuk meningkatkan konsentrasi belajar dan minat siswa terhadap teknologi pada SDN 003 Binaan Tanjungpinang Barat. *Jurnal Terapan Abdimas*, 5(1), 94–99. <https://doi.org/10.25273/jta.v5i1.4858>
- Perangin-Angin, A., Ishak, I., & Pane, U. F. S. S. (2022). Implementasi IoT sistem pembuka tirai otomatis menggunakan metode simplex via bot Telegram. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 1(3), 87–94. <https://doi.org/10.53513/jursik.v1i3.5293>
- Subhan, S. (2019). Alat penggerak buka tutup tirai dan lampu otomatis dengan sensor cahaya berbasis mikrokontroler. *Jurnal INSTEK (Informatika Sains dan Teknologi)*, 4(1), 41–50. <https://doi.org/10.24252/instek.v4i1.7112>
- Yudha, P. F., & Sani, R. A. (2019). Implementasi sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor parkir mobil berbasis Arduino. *Einstein E-Journal*, 5(3), 19–26. <https://doi.org/10.24114/einstein.v5i3.12002>