

Desain dan Implementasi Smart Classroom Berbasis Sensor PIR dan DHT22 untuk Efisiensi Energi

Reni Veliyanti¹, Dani Sasmoko², Fatahul Febry Dzuhur³

Prodi Akuntansi Perpajakan, Fakultas Studi Akademik, Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Indonesia¹

Prodi Sistem Komputer, Fakultas Studi Akademik, Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Indonesia^{2,3}

Info Articles

Abstrak

Keywords:

IoT; Energy waste; DHT22; PIR; Blynk

Permasalahan pemborosan energi listrik di lingkungan pendidikan, terutama akibat lampu dan kipas yang sering dibiarkan menyala saat ruangan kosong, menjadi latar belakang penelitian ini. Penelitian ini bertujuan merancang sistem otomatisasi lampu dan kipas angin berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32, sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia, dan sensor DHT22 untuk mengukur suhu ruangan. Sistem ini terhubung dengan aplikasi Blynk guna memudahkan pemantauan dan pengendalian secara real-time. Penelitian dilakukan di SMKS Budi Luhur Guntur selama satu bulan dengan pendekatan eksperimen terapan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik, mampu memberikan respons cepat dan akurat terhadap perubahan kondisi di ruangan. Efisiensi energi meningkat signifikan, dengan penghematan estimatif sebesar 25–30% di satu ruang kelas. Jika diimplementasikan secara menyeluruh, sistem ini berpotensi mengurangi konsumsi listrik hingga lebih dari 66 kWh per bulan. Penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam penerapan teknologi IoT untuk efisiensi energi di sektor pendidikan.

Abstract

Energy waste in educational institutions, particularly from lights and fans left on in empty classrooms, has become a growing concern. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based automation system for classroom lighting and fans using an ESP32 microcontroller, a PIR sensor

to detect human presence, and a DHT22 sensor to monitor room temperature. The system integrates with the Blynk application for real-time remote monitoring and control. The experiment was conducted at SMKS Budi Luhur Guntur over the course of one month using an applied research approach. Test results demonstrate that the system operates effectively, providing fast and accurate responses to environmental changes. Energy efficiency improved significantly, with an estimated reduction of 25–30% in a single classroom. When scaled across the entire school, the system could save more than 66 kWh per month. This research highlights the potential of IoT-based automation in enhancing energy efficiency within educational environments.

□ Alamat Korespondensi:

dani@stekom.ac.id

p-ISSN 2621-9484

e-ISSN 2620-8415

PENDAHULUAN

Masih sering di temui nya pemborosan energi lingkungan pendidikan terutama di lingkungan pendidikan sd hingga sma mengakibatkan pemborosan pemakaian listrik. Pemakaian kipas dan lampu sering terlupakan ketika kelas sudah kosong. Dengan masih menyala perangkat ini menimbulkan pembengkakan dan tidak efisiensinya listrik yang di pakai (Murugan et al., 2023; Park et al., 2022).

Penggunaan Internet of Things (IoT) yaitu suatu teknologi yang mampu menggerakkan perangkat keras dan berkomunikasi antar perangkat keras dengan internet potensial mampu mengatasi masalah tersebut (Kanakaraja et al., 2020; Sasmoko et al., 2022). Perangkat keras seperti kipas dan lampu dapat di monitor dan di kontrol melalui jarak jauh ataupun di atur dengan sistem otomasi berbasis sensor. Kombinasi sensor PIR (Pasif Infra Red) yang mampu mendeteksi keberadaan manusia dengan DHT22 yang mampu memantau suhu dan kelembaban udara di ruangan yang dikombinasi dengan ESP32 dapat membantu memecahkan masalah yang terjadi di ruangan kelas secara real-time melalui perangkat smartphone dengan platforme Blynk (Elngar & Kayed, 2020; Polepaka et al., 2023; Setianto, 2022; Verma et al., 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya yang memakai arduino sudah pernah dilakukan dengan melakukan kendali lampu dan kipas, namun masih jarang nya penelitian yang khusus mengintegrasikannya untuk ruangan belajar di sekolah berbasis IoT hal ini menjadikan penelitian ini masih terbuka dilakukan (Chakraborty, 2022; Majumder, 2020; Pathmudi et al., 2023; Shrestha, 2020). Sensor PIR sudah terbukti handal dalam mendeteksi manusia terutama di pakai sistem keamanan dan Sensor DHT 22 sudah teruji untuk pengukuran suhu dan kelembaban ruangan yang lebih akurat dibandingkan sensor DHT 11 (Bernabe et al., 2023; Yanti et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem otomasi lampu dan kipas angin di dalam ruangan kelas yang diharapkan meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik. Sistem ini akan di bangun dengan ESP32 dengan memakai PIR dan DHT22 dengan kombinasi Blynk sebagai platform IoT. Sistem otomasi berbasis IoT ini di kembangkan untuk mengurangi pemakaian energi listrik secara signifikan di ruang lingkup pendidikan di bandingkan sistem manual.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian terapan yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sistem otomatisasi lampu dan kipas angin berbasis teknologi Internet of Things (IoT) (Jhang, 2024; Sinan Cabuk, 2022). Sistem yang dikembangkan menggabungkan sensor suhu dan sensor gerak dengan mikrokontroler ESP32, serta dihubungkan ke aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna untuk kendali dan pemantauan jarak jauh (Omran et al., 2022; Sugapriya, 2020).

Lokasi dan Waktu Penelitian

Implementasi dan pengujian sistem dilakukan pada salah satu ruang kelas sebagai lingkungan uji coba. Penelitian berlangsung selama kurang lebih satu bulan, dimulai dari tahap perancangan hingga evaluasi sistem secara fungsional.

Alat dan Bahan

Komponen utama dalam penelitian ini terdiri dari:

- ESP32 sebagai otak sistem yang menghubungkan sensor dan aktuator ke internet (Hunaepi et al., 2023; Salsabillah et al., 2023).
- Sensor PIR (Passive Infrared) untuk mendeteksi keberadaan manusia (Polepaka et al., 2023; Uddin & Nyeem, 2024)
- Sensor DHT22 untuk mengukur suhu ruangan secara real-time (Bernabe et al., 2023; Yanti et al., 2021).
- Relay sebagai penghubung antara mikrokontroler dan perangkat listrik (lampu dan kipas) (Celestial, 2023; Chandra et al., 2023).
- Kipas angin dan lampu sebagai perangkat yang dikendalikan (Affandy & Raharja, 2021; Romadhoni et al., 2021).
- Aplikasi Blynk untuk pengendalian dan pemantauan sistem melalui smartphone (Sasmoko, 2020; Thoib et al., 2021)

Perangkat lunak Arduino IDE digunakan untuk menulis dan mengunggah kode program ke ESP32

Proses Perancangan Sistem

Tahapan perancangan dimulai dengan menyusun diagram alir (flowchart) untuk mendeskripsikan logika kerja sistem. Sensor PIR akan mengaktifkan lampu ketika mendeteksi pergerakan di dalam ruangan. Sementara itu, sensor DHT22 digunakan untuk memicu kipas angin secara otomatis ketika suhu ruangan melebihi ambang batas tertentu (30°C). Semua instruksi ini diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada aplikasi Blynk dalam bentuk indikator digital dan tombol kontrol (Kardha et al., 2021; Satya et al., 2016).

Implementasi Sistem

Sistem dirakit dalam bentuk miniatur ruangan untuk mempermudah proses pengujian dan pengamatan. Perangkat keras ditempatkan sesuai fungsinya: sensor PIR di posisi strategis untuk mendeteksi pergerakan, sensor DHT22 di bagian tengah ruangan untuk menangkap suhu yang representatif, serta relay yang dihubungkan ke kipas dan lampu. Seluruh konfigurasi diuji untuk memastikan respons sistem terhadap perubahan suhu dan gerakan berjalan sesuai harapan.

Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Data dikumpulkan melalui dua pendekatan:

Observasi langsung, untuk mencatat respons sistem saat dijalankan dalam berbagai skenario (ruangan kosong, suhu tinggi, keberadaan pengguna, dsb.)(Hasyim & Suroso, 2020).

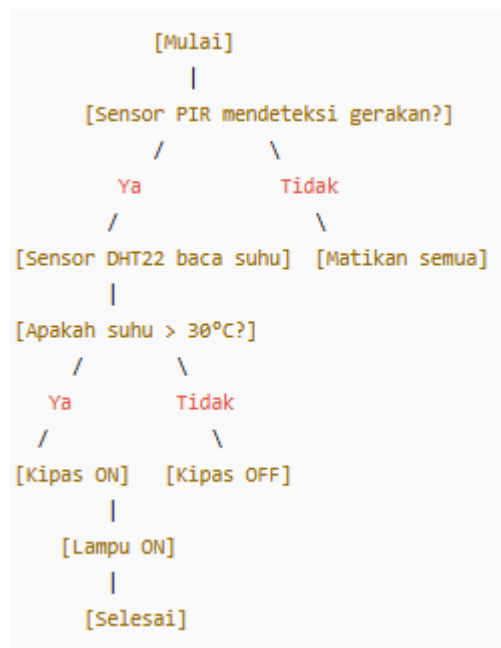
Uji fungsional, dilakukan dengan mencatat waktu respons dan akurasi sistem dalam menyalakan dan mematikan perangkat sesuai input sensor (Fonna et al., 2020).

Selain itu, dilakukan perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah penerapan sistem otomatisasi, guna mengukur tingkat efisiensi yang dicapai. Hasil pengujian kemudian dianalisis secara deskriptif untuk menilai keberhasilan implementasi sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem Otomatisasi

Sistem otomatisasi berhasil dibangun dengan memanfaatkan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia dan sensor DHT22 untuk mengukur suhu ruangan. Mikrokontroler ESP32 memproses sinyal dari kedua sensor, kemudian mengendalikan lampu dan kipas angin melalui modul relay. Seluruh sistem dapat dipantau dan dikontrol secara real-time menggunakan aplikasi Blynk di smartphone.

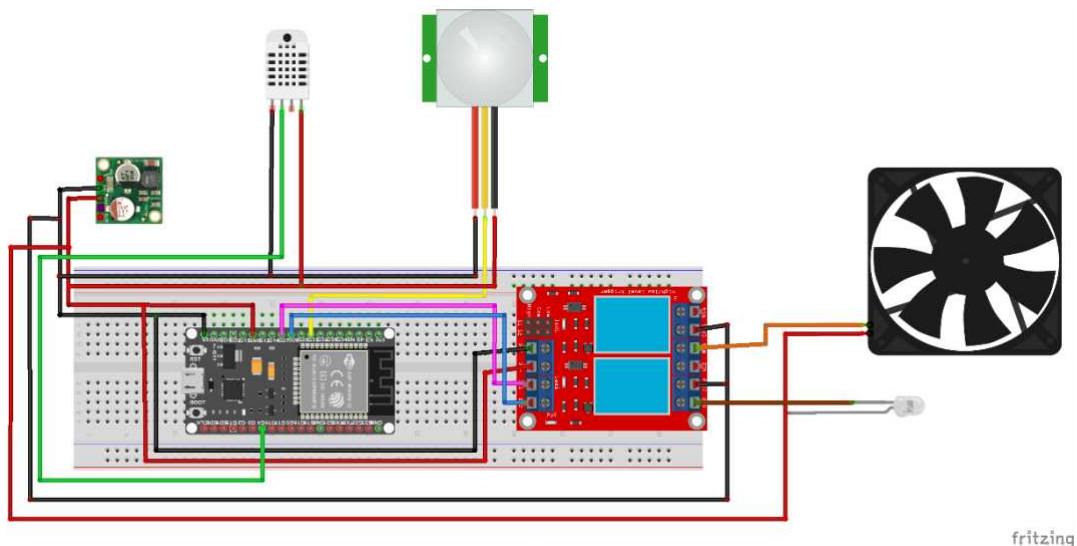


Gambar 1. Flowchart Sistem Otomatisasi Lampu dan Kipas Angin

Alur kerja sistem otomatisasi digambarkan dalam flowchart pada Gambar 1. Sistem ini dimaksudkan untuk menggunakan input dari dua sensor utama, sensor PIR dan DHT22,

untuk mengatur nyala lampu dan kipas angin secara otomatis. Setelah perangkat dihidupkan, sistem starter akan diaktifkan, dan ESP32 akan terhubung dengan jaringan dengan sukses, dan sensor akan siap untuk membaca data. Bisakah sensor PIR mengidentifikasi gerakan? Sistem pertama-tama menggunakan sensor PIR untuk mengetahui apakah ada orang atau aktivitas di dalam ruangan. Jika tidak ada gerakan yang terdeteksi, sistem akan mematikan seluruh perangkat, termasuk kipas dan lampu, dan mengembalikannya ke kondisi awal.

Proses berlanjut ke tahap berikutnya jika ada perubahan. Sensor DHT22 mengukur suhu ruangan setelah manusia ditemukan. Apakah suhu lebih dari 30°C? Sistem akan menyalakan kipas angin jika suhu lebih tinggi dari 30°C. Kipas tidak dinyalakan jika suhu di bawah atau sama dengan 30°C. Lampu menyala: Untuk menjaga kenyamanan aktivitas di kelas, lampu akan tetap dinyalakan jika ada orang di ruangan (terdeteksi oleh sensor PIR) terlepas dari suhu ruangan. Selesai, sistem akan terus memantau kondisi dan memperbarui status perangkat berdasarkan data sensor terbaru.



Gambar 3.5 Rangkaian secara keseluruhan

Gambar 3.5 dalam rangkaian sistem lampu dan kipas angin otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, sensor PIR, relay, dan komponen lainnya. Rangkaian ini menunjukkan representasi skematik sistem kerja lengkap dalam bentuk prototipe miniatur ruangan kelas.

- **Komponen Utama:** ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali utama, atau mikrokontroler, yang menghubungkan semua sensor dan aktuator ke internet dan mengirim dan menerima data dari aplikasi Blynk, yang memungkinkannya memantau dan mengontrol perangkat.
- Sensor PIR dipasang untuk mendeteksi gerakan manusia di dalam ruangan. Ketika sensor PIR menemukan gerakan, sistem akan secara otomatis menyalakan lampu dan kipas angin.
- Sensor DHT22 mengukur suhu ruangan. Jika suhu lebih dari 30 derajat Celcius, kipas angin akan otomatis menyala untuk menyejukkan ruang.

- Relay bagian ini berfungsi sebagai saklar elektronik yang menggunakan sinyal ESP32 untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik ke lampu dan kipas angin.
- Lampu dan kipas angin adalah output dan aktuator yang dikontrol oleh sistem. Lampu menyala berdasarkan gerakan (dari sensor PIR), sedangkan kipas menyala berdasarkan suhu (dari sensor DHT22) dan kehadiran orang.
- Modul Step Down ini digunakan untuk menurunkan tegangan adaptor ke 5V atau 3.3V untuk komponen seperti sensor dan mikrokontroler.
- Adaptor sumber daya utama, yang memberikan tegangan listrik untuk keseluruhan sistem.

Efisiensi Energi Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem Otomatisasi

Sebelum penerapan sistem otomatisasi, seluruh proses pengendalian lampu dan kipas angin di SMKS Budi Luhur Guntur masih dilakukan secara manual. Terdapat 8 ruang kelas aktif, masing-masing dilengkapi dengan 4 lampu dan 1 kipas angin, sehingga total perangkat yang dikendalikan secara konvensional mencapai 32 lampu dan 8 kipas angin.

Berdasarkan data pemakaian listrik selama empat bulan, konsumsi energi terakumulasi cukup tinggi, yang diduga akibat penggunaan tanpa kontrol otomatis, seperti lampu dan kipas dibiarkan menyala saat ruangan kosong.

Tabel 1. Total Pemakaian Energi (8 Ruang Kelas Sebelum Sistem Otomatis)

Bulan	Lampu (kWh)	Kipas Angin (kWh)	Total (kWh)	Biaya Listrik (Rp)
Desember	11.72	25.90	37.62	54.350
Januari	12.76	58.80	71.56	103.383
Februari	11.72	54.18	65.90	95.206
Maret	13.40	59.22	72.62	102.487

Setelah sistem otomatis diterapkan pada **satu ruang kelas prototipe**, dilakukan simulasi efisiensi energi untuk membandingkan pemakaian energi saat sistem bekerja secara otomatis berdasarkan sensor. Hasil pengujian pada satu ruangan menunjukkan penurunan konsumsi listrik sekitar **25–30%** dibandingkan pengoperasian manual.

Dengan menggunakan data tersebut, dapat diproyeksikan efisiensi untuk 8 ruang kelas secara keseluruhan:

Tabel 2. Estimasi Penghematan Energi (8 Ruang Kelas)

Bulan	Total Sebelum (kWh)	Estimasi Total Setelah (kWh)	Penghematan (kWh)	Persentase (%)
Desember	37.62	29.10	8.52	22.6%
Januari	71.56	50.10	21.46	30.0%
Februari	65.90	48.00	17.90	27.2%
Maret	72.62	53.80	18.82	25.9%

Perlu dicatat bahwa penghematan ini merupakan estimasi berdasarkan hasil pengujian di satu ruang kelas dan diasumsikan konsisten jika sistem diterapkan pada seluruh kelas dengan pola penggunaan yang serupa.

Dampak Potensial Implementasi Skala Luas

Jika sistem ini diimplementasikan penuh ke semua ruang kelas di SMKS Budi Luhur Guntur, maka proyeksi penghematan energi secara total dapat mencapai lebih dari **66,7 kWh per bulan**, atau setara dengan pengurangan biaya listrik sebesar **±Rp 96.000 per bulan** (dengan tarif Rp1.444,70/kWh). Dalam jangka panjang, efisiensi ini tidak hanya mengurangi beban operasional sekolah, tetapi juga mendukung penghematan energi secara berkelanjutan.

Kinerja Sistem dan Respons Sensor

Sistem bekerja dengan respons yang cepat dan akurat. Sensor PIR mampu mendeteksi gerakan dalam waktu kurang dari 1 detik, sementara sensor DHT22 memberikan pembacaan suhu dengan interval pembaruan sekitar 2 detik. Relay merespons perintah dari ESP32 tanpa delay yang berarti, memastikan nyala/mati perangkat berlangsung tepat waktu.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan menerapkan sistem otomatisasi lampu dan kipas angin berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32, sensor PIR, dan sensor DHT22. Sistem mampu merespons keberadaan manusia dan suhu ruangan secara otomatis serta memberikan kendali jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan efisiensi energi yang signifikan, dengan penghematan listrik sebesar 25–30% di satu ruang kelas, yang jika diterapkan pada delapan kelas dapat menghemat hingga 66,7 kWh per bulan atau sekitar Rp96.000.

Ke depan, sistem ini masih memiliki ruang untuk dikembangkan, terutama dalam hal integrasi notifikasi suhu ekstrem, monitoring penggunaan energi secara lebih detail, serta perluasan kontrol ke lebih banyak ruang secara terpusat. Peneliti juga berharap sistem ini dapat diadopsi di lingkungan sekolah lain sebagai langkah awal penerapan teknologi hemat energi secara menyeluruh di dunia pendidikan

DAFTAR PUSTAKA

- Affandy, I., & Raharja, W. K. (2021). Pemanfaatan Internet of Things Untuk Telemonitoring Rumah Kaca Tanaman Krisan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 26(2), 79–93. <https://doi.org/10.35760/tr.2021.v26i2.3628>
- Bernabe, J. A., Catapang, J. D. O., & Valiente, L. D. (2023). Application of Haar Cascade Classifier for Kitchen Safety Monitoring. *2023 9th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, ICACCS 2023*, 343–348. <https://doi.org/10.1109/ICACCS57279.2023.10112721>
- Celestial, H. V. B. (2023). SMART Bins - The Next-Gen Segregation and Data-Relay Revolution. In *2023 24th International Arab Conference on Information Technology, ACIT 2023*. <https://doi.org/10.1109/ACIT58888.2023.10453863>
- Chakraborty, P. (2022). IoT-Based Smart Home Security and Automation System. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 373, pp. 497–505). https://doi.org/10.1007/978-981-16-8721-1_48
- Chandra, M., Sandeep, M., Reddy, P. P. K., Reddy, R. S. K., Sowrya, P. C., & Kumar, A. (2023). Door Lock System Using HumanFaces With ESP32-CAM. In H. V.R., S. S., M. D., & K. S. H. (Eds.), *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Smart Technologies in Computing, Electrical and Electronics, ICSTCEE 2023*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICSTCEE60504.2023.10584952>
- Elngar, A. A., & Kayed, M. (2020). Vehicle Security Systems using Face Recognition based on Internet of Things. *Open Computer Science*, 10(1), 17–29. <https://doi.org/10.1515/comp-2020-0003>
- Fonna, M. Z., Husaini, H., & Indrawati, I. (2020). Penerapan Iot (Internet Of Things) Untuk Pemberian Pakan Ikan Pada Aquarium. *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi Dan Komputer*, 3(2), 20–26.
- Hasyim, H., & Suroso, R. (2020). Peranan Teknologi Informasi Dalam Upaya Pencegahan Virus COVID-19 di Lingkungan Universitas. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 4(2), 124–129. <https://www.jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article/view/7061>
- Hunaepi, A., Roihan, A., & ... (2023). Perancangan Sistem Kehadiran Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Berbasis Mikrokontroler Esp32Cam. *Jurnal Sistem Informasi ...* <https://www.sintek.stmikku.ac.id/index.php/home/article/view/60>
- Jhang, J. Y. (2024). Optimizing parameters of YOLO model through uniform experimental design for gripping tasks performed by an internet of things–based robotic arm. *Internet of Things (Netherlands)*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101332>
- Kanakaraja, P., Syam Sundar, P., Vaishnavi, N., Gopal Krishna Reddy, S., & Sai Manikanta, G. (2020). IoT enabled advanced forest fire detecting and monitoring on Ubidots platform. *Materials Today: Proceedings*, 46, 3907–3914. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.343>
- Kardha, D., Haryanto, H., & Aziz, M. A. (2021). Kendali Lampu dengan AC Light Dimmer Berbasis Internet of Things. *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, 27(1), 13. <https://doi.org/10.36309/goi.v27i1.140>
- Majumder, A. J. (2020). A Smart IoT Security System for Smart-Home Using Motion Detection and Facial Recognition. In *Proceedings - 2020 IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference, COMPSAC 2020* (pp. 1065–

- 1071). <https://doi.org/10.1109/COMPSAC48688.2020.0-132>
- Murugan, T. M., Kiruba Shankar, R., Shivkumar, P., Raja Kumar, S., Gayathri, K., & Jeyam, A. (2023). Monitoring and controlling the desalination plant using IoT. *Measurement: Sensors*, 27(October 2022), 100720. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.100720>
- Omran, M. A., Hamza, B. J., & Saad, W. K. (2022). The design and fulfillment of a Smart Home (SH) material powered by the IoT using the Blynk app. *Materials Today: Proceedings*, 60(xxxx), 1199–1212. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.038>
- Park, C. H., Shim, B. O., & Park, J. W. (2022). Open-source IoT monitoring system of a shallow geothermal system for heating and cooling year-round in Korea. *Energy*, 250. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123782>
- Pathmudi, V. R., Khatri, N., Kumar, S., Abdul-Qawy, A. S. H., & Vyas, A. K. (2023). A systematic review of IoT technologies and their constituents for smart and sustainable agriculture applications. *Scientific African*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01577>
- Polepaka, S., Ram Kumar, R. P., Likith Kumar, P., & Vajja, K. (2023). Secure Home Calling Bell. *E3S Web of Conferences*, 391, 1–9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339101154>
- Romadhoni, R., A, H. M. T., & B, B. M. (2021). PROTOTYPE KENDALI SEMI OTOMATIS PENERANGAN , PROYEKTOR DAN KIPAS RUANGAN SEBAGAI KENYAMANAN KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR BERBASIS IoT. *Science Elektro*, 13(3).
- Salsabillah, A. A., Santoso, I. H., & (2023). Implementation On Smart Parking Using ESP32Cam In Telkom University Premises. *EProceedings* <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/18974>
- Sasmoko, D. (2020). Sistem Monitoring aliran air dan Penyiraman Otomatis Pada Rumah Kaca Berbasis IoT dengan Esp8266 dan Blynk. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.22373/crc.v4i1.6128>
- Sasmoko, D., Saufik, I., & Afifah, N. (2022). Sistem Pendeteksi Suhu Tubuh Jarak Jauh dengan MLX 90614 dan NodeMCU untuk Mencegah Penularan Covid-19 Berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 6(1), 78–86. <https://doi.org/10.22373/crc.v6i1.11059>
- Satya, E. A., Christiyono, Y., & Somantri, M. (2016). Pengontrolan Lampu Melalui Internet Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Android. *Jurnal Teknik Elektro*, 5(3). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/viewFile/15887/15351>
- Setianto, S. T. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir Dan Sms Gsm Berbasis Arduino. *Jurnal Fisika Otomatis*, 1(1), 30–36.
- Shrestha, S. K. (2020). IoT for smart learning/education. In *CITISIA 2020 - IEEE Conference on Innovative Technologies in Intelligent Systems and Industrial Applications, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/CITISIA50690.2020.9371774>
- Sinan Cabuk, A. (2022). Experimental IoT study on fault detection and preventive apparatus using Node-RED ship's main engine cooling water pump motor. *Engineering Failure Analysis*, 138(April), 106310. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106310>
- Sugapriya, M. (2020). Heist Tracking and Prevention in ATM Utilizing IOT and Blynk Server. *International Journal of Scientific Research & Engineering Trends*, 6(5),

- 2907–2911. https://ijsret.com/wp-content/uploads/2020/09/IJSRET_V6_issue5_655.pdf
- Thoib, A., Kurniawan, R., & Budianto, T. H. (2021). Design a bee calling tool using a caller voice and honey scent based on arduino and the blynk application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 926(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/926/1/012036>
- Uddin, M. N., & Nyeem, H. (2024). Engineering a multi-sensor surveillance system with secure alerting for next-generation threat detection and response. *Results in Engineering*, 22(November 2023), 101984. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101984>
- Verma, M., Kaler, R. S., & Singh, M. (2021). Sensitivity enhancement of Passive Infrared (PIR) sensor for motion detection. *Optik*, 244(July), 167503. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2021.167503>
- Yanti, A. T. Y., Abizard, A., Fitriani, Al Fatih, M., & Anggara, M. (2021). Mesin Pengering Bawang Merah Menggunakan Double Blower dan Sensor Suhu DHT22 Arduino di Desa Brangkolong Kecamatan Plampang, Sumbawa. *Jurnal Teknik Dan Sains*, 2(1), 1–7.