

OPTIMALISASI SISTEM PENGENDALIAN HVAC DALAM SMART BUILDING UNTUK PENGHEMATAN ENERGI

Muhammad Falah Yudha Pratama^{1*}Rini Puji Astutik^{2*}

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik; Jl. Sumatera No. 101 GKB Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia; Telepon: (031) 3951414

Received: 14 Juli 2024

Accepted: 31 Juli 2024

Published: 7 Agustus 2024

Keywords:

Bangunan Pintar;

Blynk;

ESP32;

Correspondent Email:

yudhapratama589@gmail.com

Abstrak. Kenyamanan dalam suatu ruangan dapat memberikan relaksasi bagi tubuh yang lelah setelah beraktivitas sepanjang hari. Oleh karena itu, teknologi Smart Building atau Bangunan Pintar telah dikembangkan. Bangunan pintar adalah struktur yang dirancang menggunakan teknologi tepat guna untuk memaksimalkan fungsionalitas dan kenyamanan penghuni, mengurangi biaya pengoperasian, dan memperpanjang umur struktur fisik. Komponen dalam sistem ini terhubung melalui jaringan, memungkinkan berbagai fungsi, termasuk memonitoring dan pengendalian pencahayaan pada bangunan komersial. Cahaya merupakan salah satu sumber energi yang sering digunakan oleh manusia, dan jika tidak dikontrol dengan baik, dapat mengakibatkan biaya yang tinggi. Penelitian ini mengembangkan sistem untuk memantau suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT11, sensor LDR, Flame sensor yang akan mengontrol sistem blower, lampu, peringatan kebakaran secara real time menggunakan platform BLYNK dan mikrokontroler ESP32.

Abstract. Comfort in a room can provide relaxation for a tired body after being active all day. Therefore, Smart Building technology has been developed. Smart buildings are structures designed using appropriate technologies to maximize occupant functionality and comfort, reduce operating costs, and extend the life of the physical structure. The components in this system are connected via a network, enabling various functions, including monitoring and controlling lighting in commercial buildings. Light is an energy source that is often used by humans, and if not controlled properly, it can result in high costs. This research develops a system to monitor temperature and humidity using the DHT11 sensor, LDR sensor, Flame sensor which will control the blower, lights, fire warning system in real-time using the BLYNK platform and ESP32 microcontroller.

1. PENDAHULUAN

HVAC merupakan salah satu sistem konversi energi terbesar dalam konsumsi energi pada sebuah gedung. Energi listrik untuk rumah pribadi mencapai 42%. Berdasar pengamat dunia, gedung dapat mengkonsumsi energi sekitar 40% dari produksi energi. Sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) adalah salah satu komponen yang memakan energi terbesar dalam bangunan

Audit energi dilakukan secara berkala untuk menentukan konsumsi energi sistem HVAC dan mengidentifikasi cara untuk menghemat energi[1].

Munculnya smart building merupakan upaya untuk membentuk rumah kos bertingkat yang pintar dan otomatis yang didukung dengan kebutuhan yang diperlukan, dan dikerjakan melalui sistem perangkat sensor dan pengontrol pintar. Peralatan elektronik yang digunakan

antara lain tenaga angin dari kipas angin, sirkulasi udara dari blower, penerangan cahaya dari lampu, dan peringatan kebakaran yang nantinya alat ini bisa diakses melalui Blynk[2].

Faktor human error seperti kelalaian manusia menambah beban biaya listrik akibat lupa mematikan atau keluar rumah pada saat listrik masih menyala, besar sekali resiko yang timbul akibat kelalaian tersebut yaitu dapat terjadi kebakaran dan kerusakan fisik akibat bahaya. Penggunaan alat elektronik secara berlebihan dan lalai. IoT terus mengubah dunia kita dengan cara yang menarik dan menarik, membawa kita lebih dekat pada visi dunia yang lebih cerdas[3].

Diperlukan adanya alat monitoring yang dapat menghitung daya yang digunakan per jamnya. Alat ini mengolah arus dan tegangan yang masuk untuk diketahui berapa besar daya yg dikeluarkan. Pembagian waktu yang efisien sehingga kita dapat menghitung kWh yang dikeluarkan. Dengan pembuatan alat ini diharapkan mempermudah para pengguna listrik rumah tangga untuk menghitung dan melakukan kalkulasi beban listrik dengan tujuan penghematan listrik yang digunakan dalam peralatan rumah tangga[4].

Dalam Penelitian sebelumnya banyak peneliti yang menggunakan sensor LDR dan DHT 11 yang dikoneksikan ke Blynk dengan Piranti Esp32 yang dinilai penulis masih bisa dikembangkan. Pada penelitian kali ini penulis ingin menggunakan sensor arus daya ACS712 sebagai Deteksi dengan membaca arus yang mengalir pada kabel tembaga yang terdapat di dalamnya, yang akan dihubungkan ke Esp32 untuk mengetahui berapa besar daya yang digunakan dalam waktu 24 jam dengan tujuan untuk penghematan listrik, untuk output akan ditampilkan pada Blynk.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ESP32 DEV Kit 1

ESP 32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif Systems dan merupakan penerus mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler sudah memiliki modul Wi-Fi dan Bluetooth pada chipnya, yang sangat mendukung dalam pembuatan sistem aplikasi Internet of Things yang memerlukan koneksi wireless. Fitur yang terdapat di ESP32 tersebut merupakan sebuah upgrade dari ESP8266[5].

2.2 Blynk iot

Blynk adalah aplikasi yang dapat diunduh gratis di iOS dan Android yang menyediakan kemampuan untuk mengontrol mikrokontroler melalui internet. Blynk dirancang untuk Internet of Things (IOT) dengan kemampuan memantau perangkat keras dari jarak jauh, menampilkan data sensor, menyimpan data, memvisualisasikan data, dan melakukan banyak fungsi lanjutan lainnya.[6]

2.3 DHT11

DHT 11 merupakan sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara sekitar. Dengan harga yang sangat terjangkau, sensor ini mengukur suhu dan kelembaban suatu ruangan menggunakan pembaca kelembaban kapasitif dan termistor dan mengeluarkan data dalam bentuk sinyal digital melalui pin data. Tidak diperlukan sinyal input analog lebih lanjut. Kelemahan dari sensor ini adalah ia mengukur suhu dan kelembaban dengan cepat, minimal 2 detik sekali. Sensor yang dipasang pada modul hanya menggunakan 3 dari 4 pin yang tersedia yaitu VCC, Gnd, dan pin data[7].

2.4 Sensor LDR

LDR atau Light Dependent Resistor merupakan salah satu jenis resistor yang nilai resistansinya dipengaruhi oleh cahaya yang diterimanya. Hambatan suatu LDR bergantung pada banyaknya cahaya yang diterimanya. LDR merupakan salah satu jenis penghalang yang sangat sensitif terhadap cahaya. Sifat resistor LDR adalah resistansinya berubah ketika terkena cahaya atau sinar. Untuk mengetahui sensitivitas sensor resistif yang bergantung pada cahaya perlu melakukan beberapa pengujian, seperti menempatkan sensor LDR di area terang dan gelap[8].

2.5 Flame Detector

Sensor api merupakan sensor yang mempunyai kemampuan mendeteksi api dengan panjang gelombang 760nm hingga 1100nm. Sensor api menggunakan cahaya infra merah sebagai transduser untuk mendeteksi kondisi api. Jika jarak antara objek dan sensor terlalu dekat, umur sensor akan rusak dengan cepat[9].

2.6 Relay

Modul relay merupakan suatu perangkat yang berdasarkan prinsip elektromagnetik yang menggunakan energi listrik untuk menggerakkan kontaktor dari posisi ON ke posisi OFF dan sebaliknya. Terbuka dan tertutupnya kontaktor ini disebabkan oleh efek induksi magnet yang berasal dari kumparan induksi Listrik[10].

2.7 Blower

Jenis kipas yang digunakan untuk mengalirkan udara dalam ruangan. Kipas ini ditempatkan antara di dalam dan di luar ruangan. Kipas ventilasi menarik udara dari ruangan dan mengirimkannya ke luar, sekaligus membawa udara segar ke dalam ruangan. Selain itu, exhaust fan juga dapat mengatur jumlah udara yang bersirkulasi ke dalam ruangan[11].

2.8 Buzzer

Buzzer merupakan komponen yang menghasilkan suara. Buzzer mengirimkan sinyal listrik, yang diubah menjadi getaran, menghasilkan gelombang suara. Buzzer menghasilkan getaran yang kira-kira sama dengan getaran yang dihasilkan oleh mikrofon yang direkam pada kaset, CD, Dalam sistem pembangkit suara mana pun, kualitas suara terbaik ditentukan oleh bel[12].

2.9 Sensor Arus Daya

Sensor ACS712 adalah sensor arus dengan memanfaatkan Hall effect. Cara kerja sensor ACS712 yaitu dengan membaca arus yang mengalir pada kabel tembaga yang terdapat di dalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh Hall Effect IC dan diubah menjadi tegangan proporsional[4].

3. METODE PENELITIAN

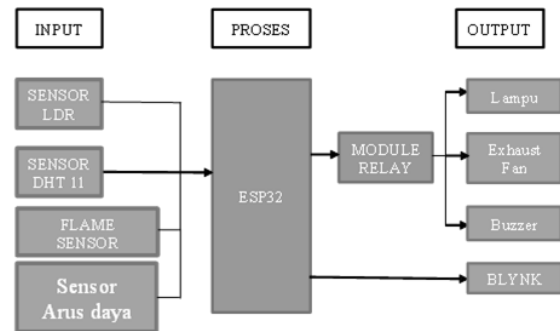
Metode penelitian dimulai dengan studi literatur, yang bertujuan untuk penelitian yang akan datang, pencarian informasi data mulai dari jurnal, buku-buku, skripsi, dan penelitian terdahulu, serta sumber langsung didapatkan dari hasil diskusi maupun konsultasi dengan dosen atau orang yang mempunyai kompetensi di bidang ini. Tahapan pertama literatur yang akan dipelajari sebagai berikut :

3.1 Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem ini merupakan tahapan setelah melakukan dengan mengambil

data dari beberapa referensi yang ada untuk mencari komponen yang dibutuhkan untuk keperluan penelitian, maka dari perancangan tersebut dibuatlah rancangan sistem yang akan digunakan dalam penelitian meliputi :

3.1.1 Konsep Blok Sistem

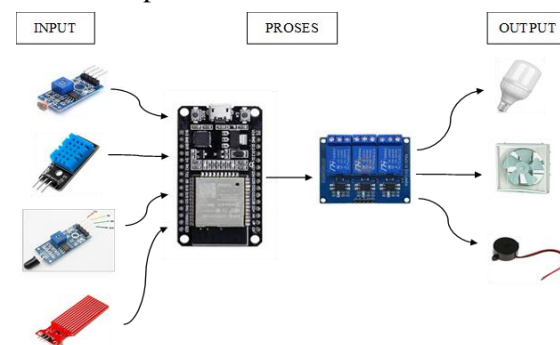


Gambar 1: Konsep Blok Sistem

Dapat dijelaskan dalam sistem ini memakai empat input yaitu sensor LDR, sensor DHT 11 dan flame sensor. Gambar 1 konsep blok sistem menghasilkan output yaitu lampu, blower, buzzer dan Blynk untuk menampilkan hasil monitoring parameter suhu, lampu, water, dan buzzer.

3.1.2 Desain Hardware

Untuk Desain hardware ini terdiri dari komponen-komponen yang nantinya digunakan dalam sistem penempatan hardware dirancang untuk memastikan tata letak yang diinginkan. Gambar dapat dilihat dibawah ini :

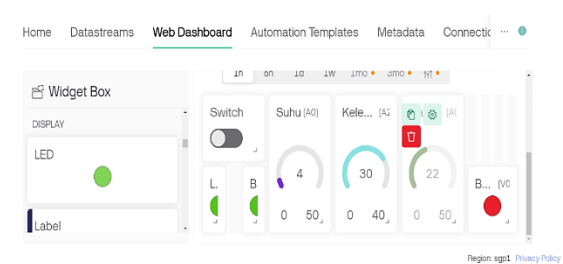


Gambar 2: Desain Hardware

3.1.3 Desain Software

Desain Software ini dibuat menggunakan aplikasi Blynk dengan membuat desain tampilan Interface dari pembacaan sensor dan hasil output dari blower dan lampu, tertampil di dashboard blynk berfungsi untuk melakukan pengaturan dan monitoring pada sistem yang

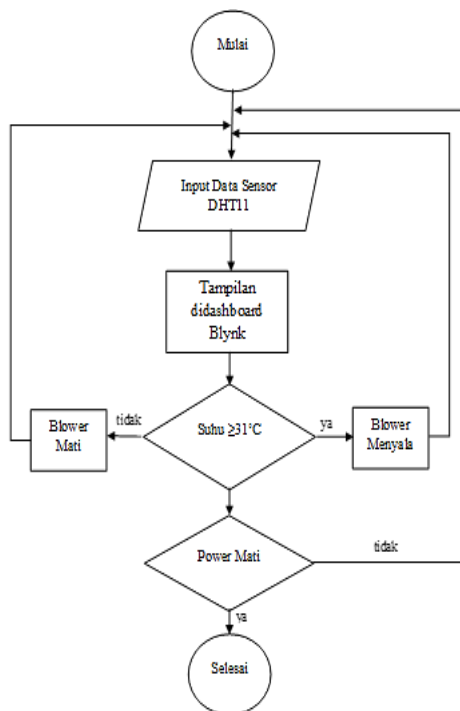
sedang beroperasi. Berikut merupakan desain tampilan Blynk pada PC.



Gambar 3: Desain Software

3.2 Proses Kerja Sistem

Pada proses ini akan dijelaskan alur sistem dari kerja alat yang ada pada gambar dibawah ini :

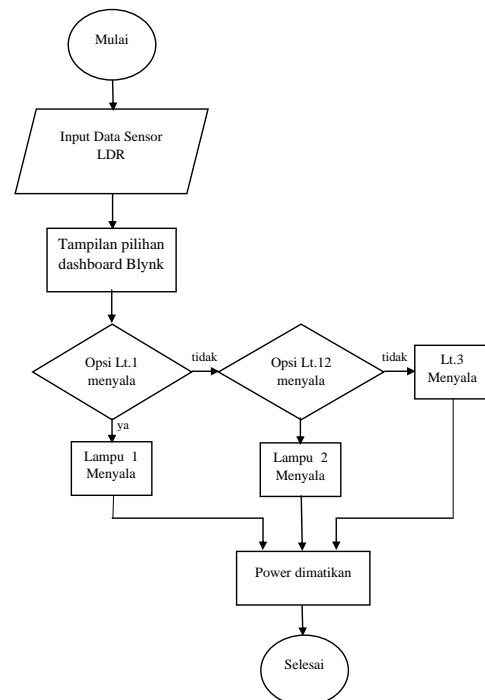


Gambar 4: Proses Kerja Sistem Blower

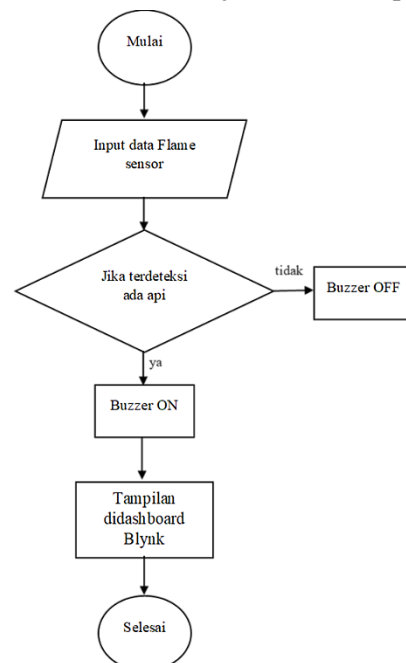
Pertama Start sistem atau Mulai untuk menyalakan sistemnya Sensor Dht-11 akan melakukan pengambilan data suhu dan kelembapan pada ruangan kamar kos, setelah itu akan ditampilkan di dashboard BLYNK Jika mana terjadi pendeteksi suhu dalam ruangan kamar kost yang diatas suhu kisaran 31°C maka Blower kamar kost akan menyala secara otomatis jika suhu kurang dari 31°C maka blower tidak akan menyala.

Serta ada juga Proses kerja system lampu pada Gambar 5 flowchart dibawah, Pertama start sistem atau mulai untuk menjalankan sistem Sensor LDR akan melakukan

pengambilan data cahaya pada lokasi yang terkena cahaya untuk pengontrolan lampu melihat tampilan dashboard BLYNK yang dimana bisa digunakan untuk mengontrol lampu secara manual dan otomatis dan melihat indikator lampu menyala apa tidak opsi L1 Nyala Jika YA Lampu 1 nyala, jika tidak, opsi L2 Nyala jika YA Lampu 2 Nyala, Jika tidak, Lampu ke 3 akan menyala jika power dimatikan maka sistem telah selesai.



Gambar 5: Proses Kerja Sistem Lampu



Gambar 6: Proses Kerja Sistem Flame Sensor

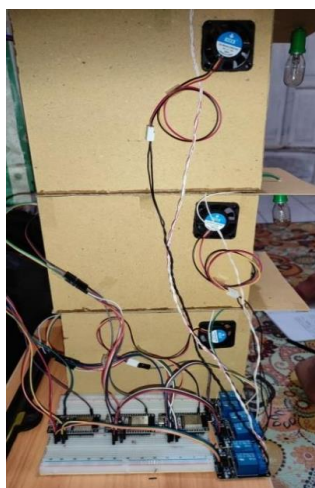
Pertama start sistem atau mulai untuk menjalankan sistem Flame sensor akan mengambil suatu data, jika terdeteksinya api dalam ruangan Buzzer akan menyala dan jika tidak ada api buzzer akan mati. Monitoring tersebut tertampil pada Blynk.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dirancang suatu alat prototype menggunakan piranti ESP32 dengan sensor DHT11 untuk mendeteksi suatu suhu, Flame Sensor untuk mendeteksi suatu api dan sensor LDR untuk mengatur nyala suatu output lampu. Beserta adanya berbagai output yaitu blower, buzzer dan Lampu, demikian prototype tersebut dapat dilihat pada Gambar 7-8.



Gambar 7: Tampilan Depan Prototype



Gambar 8: Tampilan Samping Prototype

4.1 Pengujian Sensor DHT11

Untuk pengujian suhu dan kelembapan dilakukan langsung dengan menggunakan

sensor DHT11 yang dibandingkan oleh Alat ukur Termometer, untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Table 1: Pengujian Sensor Dht11 Suhu

Pengujian	Sensor DHT	Termometer	Error (%)
	Suhu (C°)	Suhu (C°)	
1	30.30	30.50	0.07
2	31.00	31.00	0
3	29.00	29.00	0
4	32.44	32.44	0
5	33.05	33.05	0
Rata-rata error			0.02

Table 2: Pengujian Sensor Dht11 Kelembapan

Pengujian	Sensor DHT	Termometer	Error (%)
	Kelembapan (%)	Kelembapan (%)	
1	68.00	78.30	0.12
2	69.00	78.30	0.10
3	70.00	78.70	0.08
4	70.00	80.10	0.10
5	71.00	80.10	0.09
Rata-rata error			0.04

Pada sensor dht11 ini telah dilakukan 5 kali pengujian dengan metode kalibrasi atau alat pembanding thermometer hasil dari pengujian tersebut sensor telah dinyatakan akurat memiliki rata-rata eror suhu sebesar 0.02% serta kelembapan sebesar 0.04% dan data tersebut dapat di lihat pada Table 1-2.

4.2 Pengujian Flame Sensor

Untuk pengujian pendeteksi api pada ruangan dilakukan langsung dengan menggunakan Flame sensor yang nantinya akan mendeteksi jarak api yang menyala.

Table 3: Pengujian Flame Sensor

Pengujian	Jarak (mm)	Pemacaan sensor
1	200	Terdeteksi api
2	400	Terdeteksi api
3	800	Terdeteksi api

4	1000	Terdeteksi api
5	1200	Tidak terdeteksi

Pada pengujian flame sensor tersebut telah di nyatakan sesai yang di harapkan bisa mendeteksi api yang menyala dengan jarak 1200mm maka dari itu respon sensor baik.

4.3 Pengujian Sensor LDR

Untuk pengujian ON/OFF lampu pada ruangan dilakukan langsung dengan menggunakan Sensor LDR.

Table 4: Pengujian Sensor LDR

Pengujian	Sensor LDR (Desimal)	Kondisi	ON/OFF Lampu
1	5	Gelap	ON
2	24	Gelap	ON
3	80	Terang	OFF
4	40	Gelap	ON
5	102	Terang	OFF

Dapat dilihat pada Table 4 sensor LDR dengan output lampu, pengujian tersebut respon sensor sesuai telah di uji dengan ruangan gelap dan terang serta memiliki satuan desimal yang sesuai.

4.4 Pengujian Sistem Output Blower

Table 5: Pengujian Output Blower

Pengujian	Suhu (C°)	ON/OFF Blower
1	30.30	OFF
2	31.00	ON
3	29.00	OFF
4	32.44	ON
5	33.05	ON

Dari hasil data tersebut on dan off blower telah sesuai dengan sistem yang di buat jika >31C° blower akan ON serta <31C° blower akan OFF.

4.5 Pengujian Sistem Output Buzzer

Table 6: Pengujian Output Buzzer

Pengujian	Jarak (mm)	Pemacaan sensor	ON/OFF Buzzer
1	200	Terdeteksi api	ON
2	400	Terdeteksi api	ON
3	800	Terdeteksi api	ON
4	1000	Terdeteksi api	ON
5	1200	Tidak terdeteksi	OFF

Berdasarkan hasil pengujian tersebut on dan off buzzer telah sesuai dengan sistem yang di buat jika jarak api tidak lebih dari 1000mm buzzer akan ON tetapi jika lebih dari 1000mm dari 1000mm buzzer akan OFF.

4.6 Perhitungan IKE dan Efisiensi Penghematan Energi

Table 7: Data Daya Output

Output	Daya Awal	Jumlah Output	Energi (kWh)
Lampu	10 w x 24 jam	3	720
Buzzer	1,8 w x 24 jam	3	43,2
Blower	45 w x 24 jam	3	3.240
Total			4003,2

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah jumlah penggunaan energi listrik tiap meter persegi luas bangunan dalam periode tertentu. Luas bangunan adalah 216 m². Konsumsi energi listrik bangunan sebesar 4003,2 x 24 jam = 96.072 kWh. Perhitungan IKE menggunakan persamaan.

$$IKE = \frac{(kWh)}{m^2} = \frac{Total\ Konsumsi(kWh)}{Total\ Luas\ Lantai(m^2)}$$

$$IKE = \frac{96.072}{216} = 444.78 \text{ kWh/hari}$$

Pemakaian energi terbagi menjadi 2 periode : 12 jam aktif dan 12 jam nonaktif. Penghematan energi kWh / 2

$$\frac{444,78}{2} = 222,39 \text{ kWh/hari}$$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada satu alat atau prototype memiliki kesimpulan sebagai berikut:

- Kalibrasi sensor dht11 telah dilakukan, memiliki hasil yang akurat dengan rata-rata error suhu sebesar 0.02% sedangkan kelembapan yaitu 0.04% dan respon output blower telah sesuai.
- Pengujian Flame sensor telah berhasil telah sesuai memiliki jarak deteksi api sampai 1000mm serta output Buzzer merespon dengan sesuai.
- Pengujian sensor LDR dengan Output lampu berjalan dengan baik, menyala dan mati lampu sesuai satuan decimal dengan kondisi gelap dan terang.
- Penghematan Energi telah efisien dari 444.78 kWh/hari menjadi 222,39 kWh/hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Zainuri et al., "Performa Reka Ulang AC Split Sistem Geothermal Direct Exchange," vol. 2, no. 1, pp. 108–117.
- [2] S. K. Azifah and I. Waspada, "Rancang Bangun Smart Building Dalam Memantau Dan," J. Inf. Komput. Dan Manaj., vol. 13, no. 2, pp. 27–39, 2017.
- [3] I. A. Ashari, P. Purwono, and I. Arfianto, "Penerapan Internet of Things (IoT) dengan Pendekatan Metode Inverse Distance Weight (IDW)," UHB Press, vol. 1, no. 1, pp. 1–83, 2023.
- [4] R. Akbar, "Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, kWh, Serta Estimasi Biaya Pemakaian," Skripsi Fak. Teknol. Ind. Univ. Islam Indones., pp. 1–25, 2018.
- [5] A. Imran, "Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan esp32," vol. 17, no. 2, 2020.
- [6] I. Syukhron, "Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar berbasis IoT," Electrician, vol. 15, no. 1, pp. 1–11, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n1.2158.
- [7] N. Jamal and Siswanto, "Monitoring Keamanan Ruang berbasis Arduino Dan android menggunakan Kamera Vc0706 Dan Sensor Suhu Dht-11," Skanika, vol. 1, no. 3, pp. 1219–1224, 2018.
- [8] D. Siswanto, "Jemuran Pakaian Otomatis Menggunakan Sensor Hujan Dan Sensor Ldr Berbasis Arduino Uno," e-NARODROID, vol. 1, no. 2, 2015, doi: 10.31090/narodroid.v1i2.69.
- [9] M. Hafiz and O. Candra, "Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler dan Aplikasi Map dengan Menggunakan IoT," JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional), vol. 7, no. 1, p. 53, 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i1.111420.
- [10] A. R. Azhar, D. A. Setiawan, N. A. A. Yasmin, T. A. Putri, and G. F. Nama, "Sistem Monitoring Kapasitas Air Dan Pengisian Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Modul Esp8266," J. Inform. dan Tek. Elektro Terap., vol. 12, no. 1, pp. 218–228, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3966.
- [11] M. D. Darmawan, "The Rancang Bangun Prototipe Sistem Otomatis Bangunan Pintar Pada Rumah Kos Bertingkat," Telekomun. J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap., vol. 11, no. 2, pp. 93–104, 2023, doi: 10.34010/telekontran.v11i2.9943.
- [12] M. M. Kali, J. Tarigan, A. C. Louk, and J. Fisika, "Sistem Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Infra Red Dan Sensor Suhu Berbasis Arduino Uno," J. Fis. Fis. Sains dan Apl., vol. 1, no. 1, pp. 25–31, 2016, [Online]. Available: <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/FISA/article/view/523>