

Perancangan Pengaturan Cahaya Lampu Menggunakan *Face Detection* Berbasis *Internet of Things* (DECAPU)

Design of Light Control Using Face Detection Based on Internet of Things (DECAPU)

Aqil Fadly, Sabhan Kanata, Laily Muntasiroh, Arief Hendra Saptadi

Universitas Muhammadiyah Semarang, Kota Semarang

Corresponding author : aqilfadly10@gmail.com

Abstrak

Perkembangan industri *Internet of Things* (IoT) juga telah mengubah pola konsumsi energi, menciptakan tantangan baru dalam pengelolaannya solusi inovatif diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan mengatasi krisis energi yang sedang berlangsung. Konsep IoT ini dapat menghubungkan beberapa benda yang terhubung ke internet, sehingga mampu dilakukan proses pemantauan dan kontrol. Salah satunya dalam teknologi IoT adalah penggunaan teknologi pengenalan wajah telah menjadi semakin luas, Teknologi *face detection*, sistem tersebut mendeteksi kehadiran individu dengan akurasi tinggi. Penelitian ini berfokus pada pengembangan prototipe perangkat *Internet of Things* (IoT) yang memiliki kemampuan deteksi dan pengenalan wajah berbasis kecerdasan buatan menggunakan teknologi *face detection* yang telah dikonfigurasi sebelumnya. Tujuan utama dari implementasi prototipe ini untuk memberikan kemudahan dalam penerapan teknologi IoT, menyederhanakan manajemen perangkat, dan mempermudah proses pembaharuan program secara terpusat melalui jaringan. Alat ini dijalankan melalui beberapa tahapan seperti, untuk membuka VSc (*Vision Studio Code*) melalui anaconda dan bisa memastikan bahwa alat yang tersusun dari komponen ESP32 WROOM-32, INA219, serta MOSFET D4184 dan program dari ARDUINO IDE sudah terkoneksi terhadap jaringan WIFI ESP32 sehingga bisa dilakukan tranferasi data. Perancangan alat ini sebagai bentuk bukti keberhasilan bahwasannya tingkat kecerahan lampu dapat di atur menggunakan deteksi pengguna atau wajah. Dari pengujian tersebut dihitung nilai akurasi sistem alatnya dengan ditemukan presentase eror tertinggi yaitu 2 % dimana masih dikatakan baik dalam segi akurasi sistem yang dengan standar <5%.

Kata Kunci : *Internet of Things*, Deteksi Wajah, ESP32 WROOM-32, INA219, MOSFET D4184

Abstract

The development of the *Internet of Things* (IoT) industry has also changed energy consumption patterns, creating new challenges in its management. Innovative solutions are needed to optimize energy use and overcome the ongoing energy crisis. This IoT concept can connect several objects connected to the internet, so that monitoring and control processes can be carried out. One of them in IoT technology is the use of facial recognition technology has become increasingly widespread, Face detection technology, the system detects the presence of individuals with high accuracy. This study focuses on the development of a prototype *Internet of Things* (IoT) device that has artificial intelligence-based facial detection and recognition capabilities using pre-configured face detection technology. The main purpose of implementing this prototype is to provide convenience in implementing IoT technology, simplify device management, and facilitate the process of centralized program updates through the network. This tool is run through several stages such as, to open VSc (*Vision Studio Code*) through anaconda and can ensure that the tool consisting of ESP32 WROOM-32, INA219, and MOSFET D4184 components and programs from ARDUINO IDE is already connected to the ESP32 WIFI network so that data transfer can be carried out. The design of this tool is a form of proof of success that the level of brightness of the lamp can be adjusted using user or face detection. From the test, the accuracy value of the tool system was calculated by finding the highest error percentage of 2% which is still said to be good in terms of system accuracy with a standard of <5%.

Keywords : *Internet of Things*, Face Detection, ESP32 WROOM-32, INA219, MOSFET D4184

PENDAHULUAN

Menurut laporan *World Energy Outlook 2020* yang diterbitkan oleh *International Energy Agency* (IEA), tentang sebuah permintaan energi global diperkirakan akan terus meningkat sebesar 1% per tahun hingga tahun 2040. Krisis energi merupakan isu yang

semakin mendesak di era digital saat ini, dengan peningkatan signifikan dalam konsumsi energi yang disebabkan oleh penggunaan perangkat elektronik. Perkembangan industri *Internet of Things* (IoT) juga telah mengubah pola konsumsi energi, menciptakan tantangan baru dalam pengelolaannya (*World Energy Outlook*, 2020). Dalam konteks ini, solusi inovatif diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan mengatasi krisis energi yang sedang berlangsung (Bougard et al., 2008; Chen et al., 2010; Francesco et al., 2011). Penelitian sebelumnya menyoroti dampak secara langsung dari peningkatan penggunaan perangkat elektronik terhadap konsumsi energi (Despa et al., 2021). Hal ini tentunya dipengaruhi oleh kecanggihan teknologi pada zaman sekarang yaitu internet, Salah satunya adalah Internet of Things IoT.

Konsep IoT ini dapat menghubungkan beberapa benda yang terhubung ke internet, sehingga mampu dilakukan proses pemantauan dan kontrol. Aktivitas yang dimaksud dapat dipantau dengan menggunakan gawai pintar, komputer maupun laptop (Muntasiroh, L. dkk, 2023). Fenomena ini dipertegas oleh penelitian lain, yang menunjukkan bahwa penggunaan IoT dapat mempercepat tantangan tingginya konsumsi energi dengan memungkinkan komunikasi terus-menerus antara perangkat elektronik (Tang et al., 2014; Wen et al., 2020; Wood et al., 2011).

Tujuan utama dari implementasi prototipe ini untuk memberikan kemudahan dalam penerapan teknologi IoT, menyederhanakan manajemen perangkat, dan mempermudah proses pembaharuan program secara terpusat melalui jaringan (Maulana et al., 2023; Merdefi, 2023; Millman & Aivazis, 2007). Penelitian ini akan mengambil langkah lanjut dengan merancang prototipe efektivitas penggunaan energi berbasis IoT yang mengintegrasikan kecerdasan buatan dengan face detection, dengan penekanan pada preferensi pengguna untuk mengoptimalkan penggunaan energi. Metode yang akan diterapkan dalam penelitian ini mencakup implementasi optimasi tingkat kecerahan lampu (automatic brightness), pemanfaatan kamera laptop untuk deteksi wajah, dan penentuan tingkat kecerahan lampu yang disesuaikan dengan preferensi pengguna. Keunggulan utama dari penelitian ini terletak pada kemampuannya memberikan solusi yang adaptif terhadap perubahan preferensi pengguna

DASAR TEORI

1. Sistem Deteksi Wajah

Sistem deteksi wajah menggunakan OpenCV memanfaatkan algoritma yang dapat mendeteksi wajah manusia dalam sebuah gambar atau video. Proses deteksi wajah dengan OpenCV dimulai dengan melakukan preprocessing pada citra, seperti konversi ke grayscale dan normalisasi kontras. Selanjutnya, algoritma deteksi wajah dalam OpenCV akan mencari fitur-fitur wajah yang khas, seperti mata, hidung, dan mulut, menggunakan metode seperti Haar-like features atau Histogram of Oriented Gradients (HOG).

Penerapan OpenCV dalam sistem deteksi wajah memberikan hasil yang akurat dan efisien, serta dapat diimplementasikan pada berbagai perangkat, mulai dari komputer

desktop hingga perangkat mobile. Dengan kemampuan yang dimiliki, sistem deteksi wajah berbasis OpenCV menjadi solusi yang andal dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan identifikasi dan analisis wajah manusia.. Algoritma ini menggunakan konsep "Triangle Preference" untuk mengidentifikasi wajah, di mana bentuk wajah manusia umumnya memiliki pola segitiga yang terdiri dari dua mata dan satu hidung seperti yang terlihat pada gambar 2.2. Hal ini penting dalam aplikasi IoT atau perangkat bergerak yang memerlukan deteksi wajah secara real-time tanpa menghabiskan terlalu banyak daya baterai (Nando et al., 2021). Melalui pemanfaatan sistem deteksi wajah yang efisien seperti Triangle Preference, pengguna dapat meningkatkan kinerja sistem deteksi wajah sambil memperpanjang masa pakai baterai perangkat.

2. Perhitungan Daya

Dalam konteks face detection dapat ditingkatkan dengan mengintegrasikan teknik PWM dalam pengaturan daya perangkat elektronik yang digunakan untuk melakukan proses face detection. Dengan menggunakan PWM, daya yang dikirimkan ke sensor kamera, prosesor, dan komponen lainnya dapat diatur sesuai kebutuhan saat proses face detection berlangsung. Misalnya, saat tidak ada wajah yang terdeteksi, daya yang dikirimkan ke sensor kamera dapat mengatur intensitas kecerahan pada lampu melalui PWM. Begitu juga dengan prosesor, di mana penggunaan PWM dapat mengatur kecepatan prosesor sesuai dengan tingkat kompleksitas proses face detection yang sedang berlangsung. Dengan mengoptimalkan penggunaan daya melalui PWM. Hal ini juga dapat memperpanjang masa pakai baterai pada perangkat bergerak yang digunakan untuk face detection, seperti kamera pengawas atau perangkat mobile.

Terdapat rumus daya Listrik yang digunakan untuk pembuktian nilai daya yang digunakan dalam penggunaan lampu secara manual dan nilai yang muncul pada sistem alatnya, dan akan dibandingkan melalui presentase eror dari akurasi sistem tersebut. Rumus sebagai berikut:

$$P = I \times V \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- P = Daya Listrik
- I = Arus Listrik
- V = Tegangan Listrik

(Agung, 2018)

Perhitungan dalam pembuktian nilai akurasi yang dihasilkan selanjutnya dilakukan perhitungan presentase eror dalam akurasi nilai dengan rumus mutlak. Sebagai berikut:

$$\%error = \frac{| \text{Nilai Hitung} - \text{Nilai Sistem} |}{\text{Nilai Hitung}} \times 100\%$$

3. Hipotesis

Dalam merancang prototipe sistem kendali berbasis IoT dengan fokus pada optimalisasi fungsionalitas alat, penggunaan face detection dapat menjadi alat yang efektif. Sistem akan menggunakan teknologi pengenalan wajah untuk mengidentifikasi keberadaan manusia di dalam ruangan. Ketika sistem mendeteksi kehadiran seseorang, maka akan secara otomatis menyesuaikan pengaturan cahaya lampu di ruangan tersebut. Misalnya, ketika tidak ada orang di dalam ruangan, sistem akan secara otomatis menyesuaikan pencahayaannya. Namun, ketika seseorang masuk ke ruangan, sistem akan mengoptimalkan pengaturan cahaya lampu untuk memenuhi kebutuhan mereka. Dengan cara ini, penggunaan lampu akan dioptimalkan sesuai dengan kehadiran manusia, yang dapat menghasilkan penghematan yang signifikan dalam penggunaan lampu secara keseluruhan. Selain itu, integrasi dengan sistem manajemen lampu yang lebih luas dapat memungkinkan penggunaan lampu yang lebih efisien di seluruh bangunan atau area yang terhubung. Perangkat ini bisa menjadi langkah inovatif dalam mendukung upaya untuk mengurangi penggunaan lampu yang berlebihan.

METODE

Pada proses perancangan sistem, diperlukan alat dari berbagai perangkat lunak yang mampu mendukung pembuatan sistem. Beberapa perangkat lunak yang digunakan diantaranya:

1. Arduino IDE Version 1.8.2

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengunggah, dan memantau program yang berjalan pada *board* Arduino. Fungsi utama dari Arduino IDE 1.8.19 adalah untuk memungkinkan pengguna menulis, mengedit, dan mengunggah kode program ke *board* Arduino. Dengan antarmuka yang intuitif dan mudah digunakan, pengguna dapat dengan cepat membuat sketsa (program) Arduino, menambahkan *library*, dan mengatur pengaturan board yang digunakan.

2. Visual Studio Code Version 1.9.0

Visual Studio Code (VS Code) adalah sebuah aplikasi pengembangan perangkat lunak yang dikembangkan oleh Microsoft. Fungsi utama dari VS Code adalah sebagai editor kode sumber yang dapat digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengelola kode program dalam berbagai bahasa pemrograman, seperti JavaScript, Python, C++, Java, dan lain-lain. Aplikasi ini menyediakan lingkungan pengembangan yang terintegrasi (*Integrated Development Environment* atau IDE) yang memungkinkan pengguna untuk melakukan berbagai tugas pengembangan perangkat lunak dalam satu tempat, mulai dari menulis kode, menjalankan tes, melakukan debugging, sampai dengan melakukan deployment.

3. Fritzing version 1.0.2

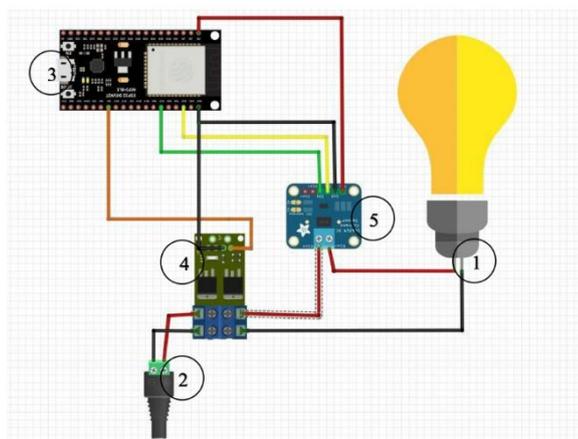
Fritzing adalah sebuah perangkat lunak open-source yang dirancang untuk membantu para desainer, seniman, dan hobbyist dalam merancang dan memvisualisasikan rangkaian elektronik. Fungsi utama Fritzing adalah memungkinkan pengguna untuk dengan mudah membuat skema rangkaian elektronik. Pengguna dapat memilih komponen elektronik dari perpustakaan yang disediakan, lalu menyusunnya di area kerja untuk membuat diagram skematik.

4. Anaconda 3.12

Anaconda adalah distribusi Python dan R yang digunakan untuk ilmu data dan pembelajaran mesin. Anaconda menyediakan manajemen paket, lingkungan, dan lebih dari 1.500 paket open-source yang digunakan dalam sains data. Salah satu fitur utama Anaconda adalah Conda, yang memungkinkan pengguna untuk membuat lingkungan yang terisolasi dengan berbagai versi Python dan pustaka yang berbeda. Ini sangat membantu ketika bekerja pada proyek yang memerlukan konfigurasi khusus. Penggunaan Anaconda dengan Visual Studio Code (VS Code), Anaconda dapat diintegrasikan dengan VS Code untuk menyediakan lingkungan pengembangan yang efisien. Visual Studio Code, sebuah editor kode sumber yang ringan namun kuat, mendukung berbagai ekstensi termasuk untuk Python, yang dapat memanfaatkan lingkungan yang dikelola oleh Anaconda.

1.1. Tahapan Perancangan Sistem

Tahapan perancangan sistem dalam penelitian tugas akhir di bidang *Internet of Things* (IoT) melibatkan pengembangan konsep dan desain sistem yang akan diimplementasikan untuk mengatasi masalah atau mencapai tujuan penelitian. Langkah awal dalam tahapan ini adalah merumuskan persyaratan sistem berdasarkan hasil identifikasi masalah dan studi literatur sebelumnya. Persyaratan ini mencakup fungsi-fungsi utama sistem, keterbatasan teknis, kebutuhan pengguna, dan faktor-faktor lain yang perlu dipertimbangkan.



Gambar 1. Rancangan Sistem Perangkat IoT

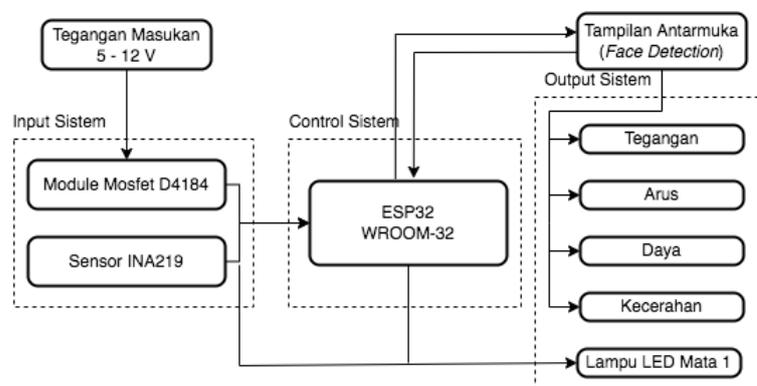
Gambar diatas merupakan gambaran secara umum sistem yang akan dibuat. Untuk mencapai hal tersebut, dibutuhkan juga rancangan terkait dengan perangkat

keras dan perangkat lunak untuk mendukung fungsionalitas sistem. Setelah persyaratan sistem didefinisikan dengan jelas, peneliti kemudian mulai merancang arsitektur sistem secara keseluruhan.

- a. Konektor lampu LED modul satu sumber cahaya 12 V yang terkoneksi pada 2 blok komponen yakni blok kedua dan ketiga.
- b. Konektor *Power Supply* digunakan dalam penyedia daya untuk perangkat, dengan tegangan yang diterima berkisar 5 - 12 Volt yang terhubung.
- c. Konektor *Micro USB* untuk penyedia daya pada perangkat komponen ESP32.
- d. Konektivitas pada komponen MOSFET pada pin (+) terhubung pada Vin+ komponen INA219, lalu pin (-) terhubung pada GND yang di jumper ke seluruh GND pada rangkaian. Pada pin PWM dihubung pada pin D4 dari ESP32, dan pada pin LOAD untuk konektivitas saluran (-) lampu LED dengan Jalur kabel GND.
- e. Konektivitas pada komponen Sensor INA219 pada pin Vin- terkoneksi dengan saluran (+) dari lampu LED, pada pin VCC terhubung pada pin 3v3 ESP, pin GND terhubung pada saluran GND rangkaian, pin SCL terhubung pada pin D22 dari ESP32, dan pin SDA terhubung pada pin D21 dari ESP32.

1.2. Tahap Implementasi Sistem

Tahapan implementasi sistem pada penelitian skripsi bidang *Internet of Things* (IoT) dapat dibagi menjadi 3 bagian utama, dimulai dengan rancangan desain. Pada fase ini, peneliti merinci persyaratan sistem, memilih teknologi, dan merancang arsitektur keseluruhan, termasuk antarmuka pengguna jika diperlukan. Langkah berikutnya adalah instalasi, di mana peneliti mengumpulkan perangkat keras dan perangkat lunak sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan. Proses instalasi melibatkan konfigurasi jaringan, pengaturan perangkat keras, dan pemasangan perangkat lunak.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

1.3. Tahap Pengujian Sistem

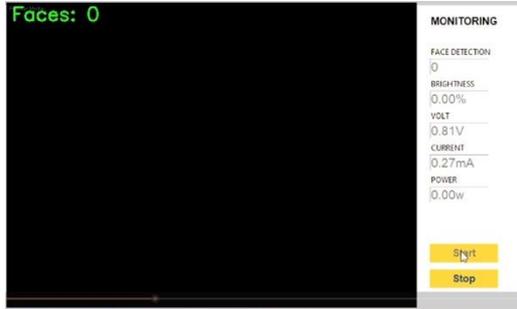
Tahapan pengujian sistem dalam penelitian skripsi di bidang *Internet of Things* (IoT) menjadi elemen kunci untuk memastikan keberhasilan implementasi dan kinerja sistem. Proses ini dimulai dengan pengujian fungsionalitas, di mana peneliti memverifikasi bahwa setiap komponen sistem beroperasi sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan dalam tahapan perancangan. Pengujian fungsionalitas melibatkan skenario penggunaan yang beragam untuk menjamin respons sistem yang konsisten. Selanjutnya, peneliti melakukan pengujian keamanan untuk menilai ketahanan sistem terhadap potensi ancaman dan melindungi data yang dihasilkan atau dikonsumsi oleh IoT.

Pengujian kinerja menjadi aspek penting dalam tahapan ini, di mana peneliti mengukur respons sistem terhadap beban kerja yang berbeda, memastikan bahwa sistem dapat beroperasi secara efisien dan memadai dalam situasi nyata. Selain itu, pengujian ini dapat mencakup analisis skala untuk memastikan skalabilitas sistem dalam menghadapi pertumbuhan jumlah perangkat yang terhubung. Pada akhirnya, peneliti melakukan pengujian secara menyeluruh dengan mengintegrasikan semua aspek pengujian sebelumnya, mengidentifikasi dan memperbaiki potensi *bug* atau masalah kinerja. Dengan demikian, tahapan pengujian sistem menjadi langkah kritis untuk memastikan bahwa solusi IoT yang diusulkan dapat diandalkan, aman, dan efektif dalam menjawab tantangan yang dihadapi dalam lingkungan yang nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fungsionalitas antarmuka ini memungkinkan pemantauan yang efektif terhadap aktivitas pengguna dan kondisi lingkungan secara real-time, memperkuat aspek pengawasan dan manajemen perangkat IoT dengan lebih efisien. Hasil ini memiliki beberapa tampilan yang memunculkan segi deteksi dari pendeteksian wajah, tampilan hasil konfigurasi, dan fitur *start/stop*. Pada pengujian antarmuka ini menggunakan ukuran *frame* untuk *face detection* ditentukan dengan parameter *minSize* = (30, 30), yang berarti wajah yang terdeteksi harus memiliki ukuran minimal 30x30 piksel. Pemasangan lampu pada rangkaian diposisikan secara *incidental* karena hanya sebuah posisi hasil akhir output intensitas pencahayaan. Deteksi melalui kamera dengan spesifikasi kamera Laptop HP True Vision 5MP *with camera shutter* yang digunakan adalah sebagai simulasi saja yang kemudian apabila diterapkan dalam skala lebih besar bisa menggunakan kamera 360, kamera laptop ini dapat memberikan hasil yang baik dalam deteksi wajah dengan rentang jarak maksimal 1 sampai 3 meter.

Tampilan Antarmuka 0 Pengguna



Gambar 3. Tampilan Antarmuka 0 Pengguna

Tampilan Antarmuka 1 Pengguna



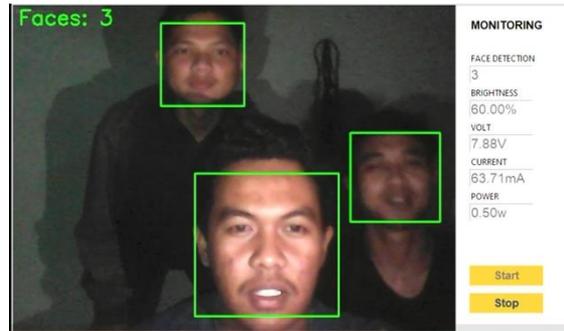
Gambar 4. Tampilan Antarmuka 1 Pengguna

Tampilan Antarmuka 2 Pengguna



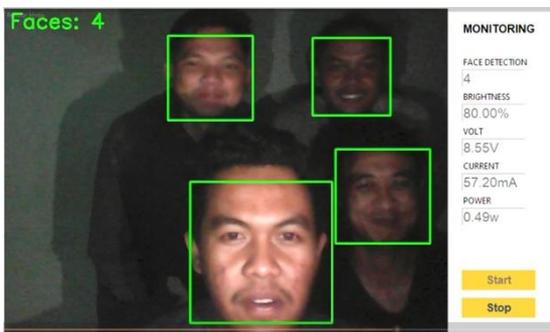
Gambar 5. Tampilan Antarmuka 2 Pengguna

Tampilan Antarmuka 3 Pengguna



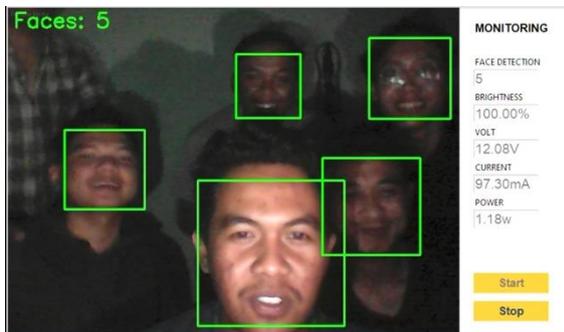
Gambar 6. Tampilan Antarmuka 3 Pengguna

Tampilan Antarmuka 4 Pengguna



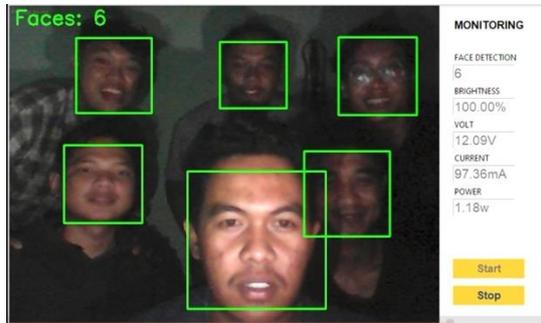
Gambar 7. Tampilan Antarmuka 4 Pengguna

Tampilan Antarmuka 5 Pengguna



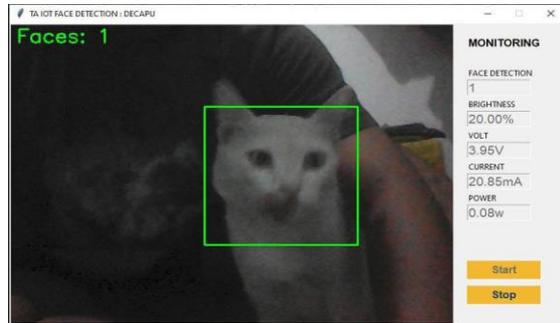
Gambar 8. Tampilan Antarmuka 5 Pengguna

Tampilan Antarmuka 6 Pengguna



Gambar 9. Tampilan Antarmuka 6 Pengguna

Tampilan Antarmuka Pengguna Hewan



Gambar 10. Tampilan Antarmuka Pengguna Hewan

Tampilan Antarmuka Pengguna Bentuk Bola



Gambar 11. Tampilan Antarmuka 6 Pengguna

Tampilan dapat menampilkan jumlah pengguna yang terdeteksi. Informasi tampilan akan ditampilkan dalam bentuk angka yang terus berubah sesuai dengan jumlah pengguna yang terdeteksi oleh sistem. Pengguna dapat dengan cepat melihat berapa banyak orang yang terdeteksi wajahnya pada sistem saat itu. Terdapat bagian yang menampilkan tingkat kecerahan. Informasi tampilan akan dihasilkan dalam bentuk angka yang menunjukkan tingkat kecerahan saat ini. Pengguna dapat melihat persentase tingkat kecerahan berdasarkan jumlah total pengguna yang terdeteksi. Bagian berikutnya adalah tampilan tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh sistem. Informasi tampilan akan ditampilkan dalam bentuk grafik atau angka yang menunjukkan nilai aktual dari tegangan, arus, dan daya. Pengguna dapat memantau perubahan sistem ketika beroperasi dengan baik dan menghasilkan daya yang sesuai dengan tegangan dan arus yang ditampilkan. Tampilan Antarmuka juga akan dilengkapi dengan fitur notifikasi yang akan memberi tahu pengguna jika ada perubahan signifikan dalam kondisi sistem. Aksesibilitas sistem ini menggunakan sampel percobaan dengan 5 pengguna atau bisa dikatakan 5 tingkat kecerahan, dimana disetiap tingkatan juga memiliki perbedaannya.

Hasil pengujian yang berfokus dalam segi fungsionalitas serta dalam menerapkan prototipe perangkat dalam segi penggunaan energi. Dalam sistem pengujian ini, sample

percobaan dilakukan menggunakan 5 pengguna/orang dalam percobaan ini. Alasan menggunakan batasan orang yang dideteksi dalam Face Recognition 5 adalah karena menggunakan metode kalkulasi, jadi harus mengetahui jumlah batasan orang, perbandingan menggunakan PWM (Pulse Width Modulation) sinyal untuk mengatur kecerahan dalam tampilan lampu dengan penyesuaian pengguna yang terdeteksi oleh sensor. Terdapat Nilai 255 pada PWM dalam penerapan kecerahan sebuah lampu merujuk pada tingkat intensitas cahaya yang dapat diatur. Dalam konteks ini, PWM digunakan untuk mengontrol kecerahan lampu dengan cara mengatur waktu di mana lampu menyala dalam setiap siklusnya. Dengan nilai 255, lampu akan menyala pada tingkat kecerahan maksimum, sehingga menghasilkan cahaya yang paling terang. Sebaliknya, dengan nilai yang lebih rendah, lampu akan menyala dengan kecerahan yang setengah dari maksimum, dan demikian seterusnya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Data Komparasi Pengguna IoT Face detection

No	Jumlah Pengguna (x)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya yang dibutuhkan (W)	Persentase Kecerahan
1.	Tanpa Pengguna	0,27 mA	0,81 V	0W	0%
2.	1 Pengguna	24,96 mA	3,34 V	0,08 W	20%
3.	2 Pengguna	39,56 mA	6,58 V	0,26 W	40%
4.	3 Pengguna	63,71 mA	7,88 V	0,50 W	60%
5.	4 Pengguna	57,20 mA	8,55 V	0,49 W	80%
6.	5 Pengguna	97,30 mA	12,08 V	1,18 W	100%
7.	>5 Pengguna	97,36 mA	12,08 V	1,18 W	100%
8.	Kucing	20,85 mA	3,95 V	0,08 W	20%
9.	Bola	0 mA	0 V	0 W	0%

Jumlah beban lampu yang dapat ditampung oleh 1 mikrokontroler ESP32 dalam rangkaian prototipe ini akan bergantung pada beberapa faktor utama. Pertama, kemampuan MOSFET yang digunakan menjadi pertimbangan penting. MOSFET yang umum dipakai dalam aplikasi ini biasanya dapat menangani arus hingga 10-20 ampere. Dengan tegangan listrik 220V, ini berarti MOSFET dapat mengendalikan beban hingga 2200-4400 watt. Kedua, sensor INA219 yang digunakan untuk memantau arus dan tegangan juga membatasi kemampuan sistem. Sensor INA219 dapat mengukur arus hingga 3,2A dan tegangan hingga 26V, artinya sensor ini dapat memantau beban listrik hingga sekitar 83 watt per sensor. Terakhir, kemampuan ESP32 sebagai mikrokontroler juga menjadi faktor pembatas. ESP32 memiliki 36 pin GPIO yang dapat digunakan untuk mengendalikan MOSFET secara langsung, sehingga dapat mengendalikan hingga 36

lampu. Dengan mempertimbangkan ketiga faktor tersebut, secara umum rangkaian prototipe ini dapat mengendalikan 4-8 lampu dengan daya total 500-800 watt.

Dari hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diamati bahwa terdapat perbedaan antara daya yang dibutuhkan oleh sistem pada berbagai tingkat penggunaan. Dalam pengujian, ketika tidak ada pengguna yang aktif, daya yang dibutuhkan adalah 0W, yang mengindikasikan bahwa dalam keadaan tidak aktif, sistem tidak mengkonsumsi daya. Namun, saat satu pengguna aktif, daya yang dibutuhkan naik menjadi 0,08W, dan terus meningkat secara proporsional dengan peningkatan jumlah pengguna aktif.

Tabel 1. Tabel Hasil Perhitungan Akurasi Sistem Alat

No	Jumlah Pengguna (x)	Daya Deteksi (W)	Daya Hitung (W)	Presentase Error (%)
1.	Tanpa Pengguna	0,00021W	0W	1%
2.	1 Pengguna	0,08 W	0,08 W	0%
3.	2 Pengguna	0,25 W	0,26 W	0%
4.	3 Pengguna	0,5 W	0,50 W	2%
5.	4 Pengguna	0,489 W	0,49 W	0,19%
6.	5 Pengguna	1,17 W	1,18 W	0,3%
7.	>5 Pengguna	1,17 W	1,18 W	0,3%

Pentingnya perbedaan ini terletak pada perencanaan dan pengelolaan sumber daya dalam suatu sistem. Dalam hal ini, penghitungan teoritis menunjukkan bahwa sebenarnya daya yang dibutuhkan cenderung sedikit lebih rendah daripada yang diuji secara empiris. Penelitian ini menunjukkan bahwa perhitungan teoritis dapat memberikan perkiraan yang cukup akurat tentang konsumsi daya, namun perlu diingat bahwa faktor-faktor variabilitas perangkat keras juga dapat memengaruhi hasil akhir.



Grafik 1. Hasil Pengukuran Luminasi Lampu Perangkat IoT

Dalam pengujian alat sistem kendali pengaturan cahaya lampu diujikan menggunakan lux light meter mobile melalui smartphone yang mana menghasilkan beberapa nilai yang memiliki fluktuatif yang berbeda beda. Berdasarkan hasil pengujian nilai lux yang terdeteksi mengalami peningkatan sesuai dengan bertambahnya jumlah pengguna pada deteksi tampilan antarmuka. Sehingga tingkat intensitas cahaya lampu bisa dikatakan memiliki tingkat kecerahan yang berbeda beda sesuai dengan total pengguna. Berikut tabel pengujian dari luminasi deteksi lampu.

KESIMPULAN

Perancangan prototipe ini dapat difungsikan dengan beberapa pendukung dimulai dari komponen ataupun softwrenya. Alat ini dijalankan melalui beberapa tahapan seperti, untuk membuka VSc (*Vision Studio Code*) melalui anaconda dan bisa memastikan bahwa alat dan program dari ARDUINO IDE sudah terkoneksi terhadap jaringan WIFI ESP32 sehingga bisa dilakukan tranferasi data.

Kinerja sistem ini difungsikan dan dikendalikan berdasarkan prefensi wajah dengan metode deteksi wajah yang dimana data wajah yang diolah sehingga dapat mengatur pencahayaan pada lampu. Dari pengujian tersebut dihitung nilai akurasi sistem alatnya dengan ditemukan presentase eror tertinggi yaitu 2 % dimana masih dikatakan baik dalam segi akurasi sistem yang dengan standar <5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Babiuch, M., Foltýnek, P., & Smutný, P. (2019). Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing. *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CarpathianCC.2019.8765944>
- Bougard, B., Catthoor, F., Daly, D. C., Chandrakasan, A., & Dehaene, W. (2008). *Energy Efficiency of the IEEE 802 . 15 . 4 Standard in Dense Wireless Microsensor Networks : Modeling and Improvement Perspectives*. 221–234.
- Hinton, K., Baliga, J., Feng, M., Ayre, R., & Tucker, R. S. (2011). *Energy Efficiency in the Internet*. April, 6–12.
- Jaini, N., Asri, E., & Nova, F. (2021). *Sistem Manajemen Kehadiran Menggunakan Metode Face Recognition Berbasis Web*. 2(2), 48–55.
- Kasatikov, N., Brekhov, O., Sytov, A., & Milovanova, E. (2021). *Leveraging the Internet of Things for Energy Applications*. 03007, 1–4.
- Kanata, S., dkk. (2023). Smart Room Design As A Concrete Step Towards A Sustainable Smart Campus At The Institut Teknologi Sumatera. Vol. 10, 61-68. Lampung Selatan
- L. Muntasiroh and R. Nindyo Sumarno, “Rancang Bangun Smart Trash Can Dengan

NodeMCU ESP8266 Menggunakan Sistem Monitoring Berbasis Komunikasi Telegram Messenger”, *Fidelity* vol. 4, no. 3, pp. 49-56, Sep. 2022.

Lianda, J. (2020). *Penerapan IoT untuk Sistem Pemantauan Lampu Penerangan Jalan Umum*. 5(1), 32–41. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v5i1.31249>

Maulana, I., Azriadi, E., & Musridho, R. J. (2023). *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Rancang Bangun Sistem Smart Door Lock Menggunakan Mikrokontroler Esp32 Berbasis Internet Of Things (Iot) dan Smartphone Android*. x(x). <https://doi.org/10.31004/jutin.v6i1.15123>