IMPLEMENTASI *REAL TIME OPERATING SYSTEM* (RTOS) PADA ESP32 UNTUK SISTEM PENGENDALI LAMPU PINTAR

SYARIF ALIF IRFAN WIRDIYAN ALQADRI
H1051211037

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

IMPLEMENTASI *REAL TIME OPERATING SYSTEM* (RTOS) PADA ESP32 UNTUK SISTEM PENGENDALI LAMPU PINTAR

SYARIF ALIF IRFAN WIRDIYAN ALQADRI
H1051211037

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Komputer pada Program Studi Sistem Komputer

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Implementasi *Real Time Operating System* (RTOS) pada ESP32 Untuk Sistem Pengendali Lampu Pintar
Nama Mahasiswa	:	Syarif Alif Irfan Wirdiyan Alqadri
NIM	:	H1051211037
Jurusan/ Program Studi	:	Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	:	28 Juli 2025
SK Pembimbing	:	No. 4097/UN22.8/TD.06/2024/03 Desember 2024
SK Penguji	:	No. 2446/UN22.8/TD.06/2025/25 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Irma Nirmala, S.T., M.T.	Suhardi, S.T., M.Eng.
NIP. 198404052019032015	NIP. 198606182020121006

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Tedy Rismawan, S.Kom.,M. Cs.	Kartika Sari, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198609222014041002	NIP. 199206162022032014

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Irma Nirmala, S.T., M.T.	Suhardi, S.T., M.Eng
NIP. 198404052019032015	NIP. 198606182020121006

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matemtika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Syarif Alif Irfan Wirdiyan Alqadri
NIM	:	H1051211037
Program Studi/ Jurusan	:	Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 28 Juli 2025



Syarif Alif Irfan Wirdiyan Alqadri

H1051211037

IMPLEMENTASI *REAL TIME OPERATING SYSTEM* (RTOS) PADA ESP32 UNTUK SISTEM PENGENDALI LAMPU PINTAR

ABSTRAK

Sistem pengendalian lampu konvensional umumnya tidak dirancang untuk merespon kondisi lingkungan secara otomatis dan tidak mampu menangani beberapa proses secara bersamaan. Hal ini menjadi tantangan dalam penerapan sistem otomatisasi rumah yang membutuhkan reaksi cepat dan pengelolaan tugas secara simultan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *Real-Time Operating System* (RTOS) pada mikrokontroler ESP32 dalam sistem pengendali lampu pintar. RTOS dimanfaatkan untuk mengatur pembagian tugas secara paralel menggunakan fitur *dual core* ESP32, serta melakukan sinkronisasi data antar tugas dengan bantuan *semaphore*. Sistem dirancang dengan dua sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya dan dua sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan, yang masing-masing mengendalikan dua lampu di lokasi berbeda. *Core* 0 digunakan untuk mengelola pengendalian lampu dalam rumah, sedangkan *Core* 1 digunakan untuk pengendalian lampu garasi. Penelitian ini mengukur performa RTOS dari sisi kecepatan respon sistem dan akurasi logika pengendalian dalam skenario *multi processing*. Hasil pengujian menunjukan waktu respon sistem berada dalam rentang 0,003 hingga 0,061 detik, dengan rata-rata 0,017 detik. Sementara itu, akurasi pengendalian mencapai 96,67% untuk lampu pertama dan 100% untuk lampu kedua. Berdasarkan hasil tersebut, penerapan RTOS pada ESP32 terbukti dapat mendukung sistem pengendali lampu pintar sehingga berfungsi dengan baik dalam kondisi lingkungan terkontrol.

Kata kunci: RTOS, lampu pintar, *dual-core,* PIR, LDR.

IMPLEMENTATION OF REAL TIME OPERATING SYSTEM (RTOS) ON ESP32 FOR SMART LIGHTING CONTROL SYSTEM

ABSTRACT

Conventional light control systems are generally not designed to automatically respond to environmental conditions and are not capable of handling multiple processes simultaneously. This is a challenge in the implementation of home automation systems that require quick reactions and simultaneous task management. This research aims to implement Real-Time Operating System (RTOS) on ESP32 microcontroller in smart light control system. RTOS is utilized to manage the division of tasks in parallel using the ESP32 dual core feature, as well as synchronizing data between tasks with the help of semaphores. The system is designed with two LDR sensors to detect light intensity and two PIR sensors to detect movement, each controlling two lights in different locations. Core 0 is used to manage the control of lights in the house, while Core 1 is used to control garage lights. This research measures the RTOS performance in terms of system response speed and control logic accuracy in a multi processing scenario. The test results show that the system response time is in the range of 0.003 to 0.061 seconds, with an average of 0.017 seconds. Meanwhile, the control accuracy reached 96.67% for the first lamp and 100% for the second lamp. Based on these results, the application of RTOS on ESP32 is proven to be able to support smart light control systems so that they function properly in controlled environment conditions.

Keywords: RTOS*, smart lights, dual-core,* PIR, LDR.

PRAKATA

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "Implementasi *Real Time Operating System* (RTOS) Pada ESP32 Untuk Sistem Pengendali Lampu Pintar" sebagai syarat bagi penulis untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Semua hasil yang diperoleh ini tidak terlepas dari segala dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang tidak pernah berhenti mendorong penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Sebagai penghargaan dari penulis, izinkanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tersayang, yang menjadi sumber kekuatan dalam hidup penulis, dengan doa yang senantiasa terucap, kasih sayang yang tak pernah luntur, serta dukungan yang terus menyertai setiap langkah hingga akhirnya penulis mampu mencapai tahap ini.yang diberikan kepada penulis maupun kontribusinya dalam penyelesaian penulisan.
2. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Bapak Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak juga sebagai dosen penguji pertama, yang telah memberikan kontribusi dengan memberikan masukan dan pertanyaan yang memperkaya isi dari tugas akhir ini.
4. Ibu Irma Nirmala, S. T., M. T., sebagai dosen pembimbing pertama yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penulisan skripsi.
5. Bapak Suhardi, S. T., M. Eng., sebagai dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penulisan skripsi.

6. Ibu Kartika Sari, S. Kom., M.Cs., sebagai dosen penguji kedua, yang telah memberikan kontribusi dengan memberikan masukan dan pertanyaan yang memperkaya isi dari tugas akhir ini.
7. Teman-teman SMA Negeri 3 Pontianak Angkatan 52 “Cekatong”, yang selalu hadir menemani, memberikan semangat, dan menjadi bagian penting dalam proses penulisan skripsi ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan Andy, Fauzi, Fioni, Immanuel, Irvando, Jero, Naufal, Novi, Primus, Yessa, Yunita, Zevanya yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam proses perkuliahan.
9. Semua pihak yang terlibat langsung maupun yang tidak langsung dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih memiliki kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Pontianak, 28 Juli 2025



Syarif Alif Irfan Wirdiyan Alqadri
H1051211037

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ii

ABSTRAK iv

ABSTRACT v

PRAKATA vi

DAFTAR ISI viii

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR KODE PROGRAM xiii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Batasan Masalah 5

1.4 Tujuan Penelitian 5

1.5 Manfaat Penelitian 6

1.6 Sistematika Penelitian 6

BAB 2 LANDASAN TEORI 8

2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 8

2.2 *Real Time Operating System* (RTOS) 10

2.3 Arduino IDE 12

2.4 NodeMCU ESP32 13

2.5 Sensor PIR 14

2.6 Sensor LDR 15

2.7 *Relay* 15
2.8 Lampu LED 16
2.9 Kalibrasi Sensor 17
BAB 3 METODE PENELITIAN 19
3.1 Studi Literatur 19
3.2 Analisis Kebutuhan 20
3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras 20
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 20
3.3 Perancangan Sistem 20
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras 21
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak 21
3.4 Implementasi 21
3.5 Pengujian Sistem 22
3.6 Kesimpulan dan Saran 22
BAB 4 PERANCANGAN SISTEM 23
4.1 Deskripsi Sistem 23
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 23
Tabel 4.1 Logika Pengendalian 25
4.2.2 Perancangan sistem pembacaan cahaya 26
4.2.3 Perancangan Sistem Pembacaan Gerakan 28
4.3 Perancangan Perangkat Lunak 29
4.3.1 Perancangan Sistem Pada *NodeMCU* ESP32 29
4.3.2 Perancangan Sistem Proses *Real Time Operating System* (RTOS) 32
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 33

5.1 Implementasi Perangkat Keras 33
5.1.1 Implementasi sistem pembacaan cahaya 33
5.1.2 Implementasi Sistem Pembacaan Gerakan 35
5.2 Implementasi Perangkat Lunak 36
5.2.1 Struktur RTOS dan Singkronisasi *Semaphore* 36
5.2.2 Kalibrasi ADC ke LUX 37
5.2.3 Pembacaan Data (*Task Sensor*) 39
5.2.4 Pengendalian Lampu (*Task Control*) 40
5.2.5 Pembagian Core (*Multicore Architecture*) 42
5.3 Pengujian 44
5.3.1 Pengujian Pembagian Tugas pada *Dual Core* ESP32 44
5.3.2 Pengujian Kecepatan Respon RTOS 45
5.3.3 Pengujian Akurasi Logika Pengendalian Lampu 47
5.4 Pembahasan 51
BAB 6 PENUTUP 54
6.1 Kesimpulan 54
6.2 Saran 54
DAFTAR PUSTAKA 56
LAMPIRAN 59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kombinasi *module* pada RTOS 11
Gambar 2.2 Algoritma *pre-emetive priority-based schedulling* 12
Gambar 2.3 Arduino IDE..... 13
Gambar 2.4 *NodeMCU* ESP32 14
Gambar 2.5 Sensor PIR..... 14
Gambar 2.6 Sensor LDR..... 15
Gambar 2.7 *Relay*..... 16
Gambar 2.8 Lampu LED..... 17
Gambar 3.1 Diagram Alir Sistem 19
Gambar 4.1 Arsitektur Lampu Pintar..... 24
Gambar 4.2 Perancagan sistem pembacaan cahaya..... 27
Gambar 4.3 Perancangan Sistem Pembacaan Gerakan..... 28
Gambar 4.4 Diagram Alir ESP32 untuk pembacaan data sensor dari *core* 0. 30
Gambar 4.5 Diagram Alir ESP32 untuk pembacaan data sensor dari *core* 1. 31
Gambar 4.6 Diagram Blok Perancangan Sistem Pada Proses RTOS 32
Gambar 5.1 Implementasi Sistem Pembacaan Cahaya..... 34
Gambar 5.2 Implementasi Sistem Pembacaan Gerakan 36
Gambar 5.3 Sistem Lampu Pintar Menggunakan Metode RTOS..... 44
Gambar 5.4 Pengujian Tugas pada *Dual Core* ESP32..... 45
Gambar 5.5 Hasil Pengujian Kecepatan Respon RTOS Lampu 1..... 46
Gambar 5.6 Hasil Pengujian Kecepatan Respon RTOS Lampu 2..... 47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 8
Tabel 4.1 Logika Pengendalian..... 25
Tabel 4.2 Pengguanaan Pin *NodeMCU* ESP32 dengan Sensor LDR 27
Tabel 4.3 Penggunaan Pin *NodeMCU* ESP32 dengan Sensor PIR..... 29
Tabel 5.1 Kalibrasi Nilai ADC dan Nilai LUX 34
Tabel 5.2 Pengujian Akurasi Logika Pengendalian Lampu Dalam Rumah 48
Tabel 5.3 Pengujian Akurasi Logika Pengendalian Lampu Teras..... 49

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Struktur RTOS dan Singkronisasi *Semaphore* 37
Kode Program 5.2 Kalibrasi ADC ke LUX 38
Kode Program 5.3 Pembacaan Data 39
Kode Program 5.4 Pengendalian Lampu 41
Kode Program 5.5 Pembagian *Core* 43

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan pokok dalam kehidupan sehari-hari, namun tanpa sadar banyak orang masih sering membiarkan listrik terbuang sia-sia. Salah satu contohnya adalah lampu rumah yang dibiarkan menyala meski ruangan sedang tidak digunakan. Hal ini tentu sangat disayangkan, mengingat pencahayaan saja bisa menyedot 20% hingga 50% dari total konsumsi listrik rumah tangga. Oleh sebab itu, penting bagi kita untuk mengelola pemakaian listrik secara bijaksana, agar penggunaannya benar-benar sesuai kebutuhan (Ganggalia et al., 2019). Salah satu teknologi yang berkembang sebagai solusi adalah *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan perangkat elektronik di rumah, seperti lampu, dapat dihubungkan dan dikendalikan secara otomatis. Lampu pintar dengan dukungan IoT memberikan kemudahan dalam pengendalian pencahayaan rumah berdasarkan kondisi cahaya dan keberadaan gerakan di sekitar, sehingga dapat meningkatkan pengelolaan pencahayaan tanpa perlu pengawasan langsung oleh penghuni.

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang memungkinkan perangkat keras, seperti mesin dan objek fisik lainnya, terhubung dengan jaringan melalui sensor dan aktuator untuk mengumpulkan data serta mengelola operasinya sendiri (Hidayatullah et al., 2024). Jaringan ini berfungsi untuk mengelola, berbagi informasi dan data secara otomatis, serta merespon perubahan atau kondisi di sekitarnya secara langsung. Lampu pintar merupakan sistem pencahayaan yang dikendalikan secara otomatis melalui sensor cahaya, yang akan menyalakan lampu ketika suasana gelap dan mematikannya saat kondisi sudah terang (Aprianti & Nurpulaela, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini merancang perangkat yang memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) sebagai alat untuk mengendalikan lampu rumah. Penggunaan teknologi IoT dapat mendukung berbagai aktivitas manusia dengan mempermudah dan mempercepat proses, serta lebih baik dibandingkan manusia, sehingga peran manusia dalam IoT lebih sebagai pengendali atau pengawas selama teknologi ini beroperasi (Sirait et al., 2023).

Untuk mewujudkan sistem lampu pintar, diperlukan metode dan perangkat yang mampu mengelola koneksi IoT dan memproses data dengan baik. Metode yang akan diimplementasikan pada penelitian lampu pintar ini adalah *Real-Time Operating System* (RTOS). RTOS merupakan sistem operasi yang berfungsi secara *real-time*, dengan batasan deterministik yang memerlukan penggunaan waktu dan sumber daya untuk memproses data masuk dan memberikan hasil sesuai tanpa adanya penundaan yang tidak diketahui atau tidak diantisipasi. Perangkat lunak RTOS bersifat *time-sensitive*, yang berarti harus menangani *input* dan menghasilkan *output* dalam rentang waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Salah satu aspek kunci dari RTOS adalah jaminan bahwa setiap permintaan dan respon terhadap data akan dijalankan sesuai dengan yang diharapkan. Sebagai contoh, ChibiOS mampu memberikan respon cepat sekitar 90% dari waktu, tetapi jika 10% sisanya mengalami penundaan dalam pemrosesan *input/output*, aplikasi *real-time* tersebut tidak akan berfungsi dengan baik. Oleh karena itu selain kecepatan, keandalan adalah hal yang sangat penting dalam RTOS (Manapa et al., 2020). Agar alat yang akan dibuat lebih baik, diperlukan perangkat yang kompatibel dan memiliki kinerja tinggi.

Pada penelitian ini, mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, karena pada mikrokontroler ini sudah dilengkapi dengan *Wi-Fi* dan *Bluetooth*, yang memungkinkan lampu pintar untuk diakses secara *real-time* melalui aplikasi atau platform IoT. Selain itu, ESP32 dapat diintegrasikan dengan sensor cahaya, sehingga lampu dapat beroperasi secara otomatis sesuai dengan perubahan kondisi pencahayaan di sekitarnya. ESP32 merupakan mikrokontroler yang diperkenalkan oleh *Espressif Systems* sebagai penerus dari ESP8266. Mikrokontroler ini sudah dilengkapi dengan modul *Wi-Fi* di dalam *chip*, sehingga sangat ideal untuk digunakan dalam pembuatan sistem aplikasi berbasis *Internet of Things* (Triyanto et al., 2023).

Implementasi sistem *Real Time Operating Syestem* (RTOS) pada ESP32 merupakan kombinasi yang cocok untuk meningkatkan responsivitas sistem lampu pintar. Dengan RTOS, sistem lampu pintar dapat mengelola koneksi *Wi-Fi*, pemrosesan data sensor, dan kontrol pencahayaan secara lebih terstruktur.

Selain itu, ESP32 mampu menjalankan pemrosesan secara *multi processing* melalui arsitektur *dual-core.* Pemrosesan paralel adalah pemanfaatan lebih dari satu CPU untuk menjalankan sebuah program secara bersamaan. Secara ideal, pemrosesan paralel dapat mempercepat eksekusi program, karena semakin banyak CPU yang digunakan (Megiyanto Rahmatullah et al., 2021). Fitur ini memungkinkan distribusi beban kerja yang lebih efektif, di mana satu *core* dapat menangani tugas-tugas terkait konektivitas (seperti komunikasi *Wi-Fi* dan *Bluetooth*), sementara *core* lainnya dapat fokus pada pemrosesan data sensor dan logika kontrol lampu. Pemanfaatan pemrosesan paralel ini tidak hanya meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan, tetapi juga memungkinkan penanganan tugas-tugas yang lebih kompleks dan responsif dalam konteks sistem lampu pintar berbasis IoT.

Dengan mengintegrasikan teknologi RTOS dan pemrosesan *multi processing* pada ESP32, pengembangan sistem lampu pintar menjadi solusi untuk kebutuhan pencahayaan rumah. Sistem ini mampu mengatur nyala dan mati lampu secara otomatis berdasarkan data sensor PIR dan LDR, sehingga meningkatkan responsivitas. Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan adanya pengembangan lebih lanjut dalam bidang ini untuk mengoptimalkan penerapan teknologi lampu pintar dalam mendukung kehidupan modern memiliki responsivitas yang baik.

Penelitian sebelumnya berjudul “Mengoptimalkan Efisiensi Energi dengan Sensor Cahaya Lussy LDR pada Lampu Pintar” (Aprianti & Nurpulaela, 2024). Dalam penelitian ini, sensor cahaya LDR digunakan bersama dengan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengatur intensitas cahaya lampu pintar secara otomatis berdasarkan pencahayaan lingkungan sekitar. Sistem ini dirancang untuk menghidupkan lampu secara otomatis saat lingkungan gelap dan mematikannya saat lingkungan cukup terang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor cahaya LDR dapat secara signifikan mengurangi konsumsi energi listrik tanpa mengorbankan kualitas pencahayaan. Penelitian ini menyoroti pentingnya adopsi teknologi lampu pintar dalam upaya penghematan energi dan pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan.

Penelitian sebelumnya berjudul "Implementasi Modular Papan Kontroler *Swerve Drive:* Komunikasi (Rizki Prayogi et al., 2024). Penelitian ini memanfaatkan ESP32

dual-core untuk mengontrol sistem *swerve drive* pada robot beroda, di mana satu inti menangani komunikasi SPI untuk motor *steering* dan *driving*, sementara inti lainnya membaca data dari *encoder* dan menampilkan informasi di OLED. Dengan frekuensi *clock* SPI 1 MHz, sistem mampu memberikan respon *real-time*, dan kontrol PID pada motor menghasilkan tingkat kesalahan rendah, yaitu 0,006% untuk *driving* dan 0,019% untuk *steering*. Penelitian ini menunjukkan kemampuan ESP32 dalam mendukung kendali robotika dengan presisi yang tinggi.

Penelitian selanjutnya berjudul "*Performance analysis of real-time and general-purpose operating systems for path planning of the multi-robot systems*" (Canbaz & Erdemir, 2022). Dalam penelitian ini, RTOS dan GPOS dibandingkan untuk mengukur performa dalam perencanaan jalur pada *multi-robot*. Pengujian dilakukan dengan mengukur waktu pemrosesan dan penggunaan CPU pada berbagai skenario robot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa GPOS menyelesaikan tugas lebih cepat dibandingkan RTOS karena RTOS memprioritaskan stabilitas dan keamanan proses meskipun berdampak pada waktu pemrosesan yang lebih lama. Kesimpulan ini menegaskan bahwa RTOS lebih sesuai untuk aplikasi dengan ketergantungan waktu tinggi, sedangkan GPOS unggul dalam kinerja pada tugas tanpa batasan waktu tertentu.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini akan membuat sebuah sistem untuk mengendalikan lampu pintar menggunakan metode *Real-Time Operating System* (RTOS) pada mikrokontroler ESP32. Data masukan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data dari sensor LDR dan PIR. Penelitian pada objek dilakukan dalam prototipe yang diimplementasikan di dalam rumah. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menciptakan sebuah sistem yang dapat mengontrol lampu pintar secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya dan deteksi gerakan. Proses pengambilan data diharapkan lebih terjadwal sehingga mikrokontroler dapat bekerja dengan baik. Penelitian ini juga diharapkan dapat memudahkan pengguna dalam dan meningkatkan kenyamanan di rumah.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa kecepatan respon dan akurasi RTOS dalam mengelola tugas-tugas yang berjalan secara bersamaan. Pada sistem pengendali lampu pintar berbasis ESP32?
2. Bagaimana memanfaatkan pembagian tugas pada RTOS dan *dual core* pada ESP32 yang akan di eksekusi pada sistem lampu pintar agar dapat berfungsi dengan baik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode ini menggunakan RTOS yang mendukung perangkat ESP32, tanpa mempertimbangkan jenis RTOS lain yang tidak didukung ESP32.
2. Mikrokontroler yang digunakan yaitu *NodeMCU* ESP32 sebagai perangkat utama dalam sistem lampu pintar.
3. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah lampu LED.
4. Fitur dari lampu pintar yang dibuat hanya mencakup pengendalian otomatis nyala dan mati lampu berdasarkan cahaya dan gerakan, tanpa integrasi ke aplikasi atau sistem rumah pintar lainnya.
5. Fitur dari lampu pintar yang dibuat hanya mencakup pengendalian otomatis nyala dan mati lampu berdasarkan cahaya dan gerakan, tanpa integrasi ke aplikasi atau sistem rumah pintar lainnya.
6. Penelitian dilakukan dalam kondisi terkontrol dengan variasi cahaya dan gerakan tertentu, tanpa mempertimbangkan perubahan lingkungan yang ekstrem.
7. Penelitian hanya berfokus pada dua lampu pintar, tanpa pengujian jaringan *multi-unit*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur dan menganalisis kecepatan respon serta ketepatan akurasi RTOS dalam mengelola tugas secara bersamaan pada sistem pengendali lampu pintar berbasis ESP32.
2. Mengimplementasikan sistem pengendali lampu pintar dengan menggunakan RTOS dan arsitektur *dual core* pada ESP32 untuk mengelola tugas-tugas secara bersamaan dan memastikan sistem bekerja sesuai fungsi yang sudah dirancang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan solusi optimal dalam pengendalian lampu pintar melalui implementasi *Real-Time Operating System* (RTOS). Dengan penerapan RTOS pada sistem lampu pintar, diharapkan dapat diperoleh peningkatan dalam hal kecepatan respon, akurasi pengendalian, *multi processing* untuk mendeteksi cahaya dan gerakan secara simultan. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi berharga bagi pengembang IoT yang ingin memahami keunggulan RTOS dalam mengelola *multi processing* pada perangkat pintar. Hasil dari penelitian ini juga berpotensi menjadi landasan bagi penelitian lanjutan yang mengkaji aspek-aspek lebih kompleks, seperti pengujian dengan unit lampu pintar dalam jaringan *multi-unit* atau integrasi ke sistem rumah pintar yang lebih luas.

1.6 Sistematika Penelitian

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi 6 bab agar permasalahan dapat dijelaskan dan diuraikan untuk menyelesaikan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi latar belakang untuk menjelaskan tentang kelalaian manusia dalam menghidupkan dan mematikan lampu pada saat akan berpergian dan kenapa penelitian ini dilakukan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab landasan teori berisi bahasan mengenai dasar teori pendukung yang digunakan dalam tugas akhir. Adapun landasan teori pada bab ini berupa *Real Time Operating System* (RTOS), *NodeMCU* ESP32, Arduino IDE, LDR, PIR, *relay*, dan lampu LED.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab metode penelitian adalah prosedur atau cara-cara yang dilakukan untuk mengumpulkan dan menganalisis data serta menjawab pertanyaan atau hipotesis yang telah ditetapkan dalam penelitian. Adapun isi dari metode penelitian yaitu diagram alir, studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, data hasil pengujian, kesimpulan dan saran.

BAB 4 PERANCANGAN SISTEM

Bab perancangan berisi secara rinci tentang perancangan dan tahapan dalam pelaksanaan penelitian. Pada bab ini secara umum meliputi perancangan pada perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan sistem pemantauan menggunakan sensor LDR dan sensor PIR, dan perancangan keseluruhan perangkat keras. Sedangkan pada perancangan perangkat lunak meliputi perancangan penerapan *Real Time Operating System* (RTOS) untuk mengatur penjadwalan *task* pada sensor.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab implementasi, pengujian, dan pembahasan membahas mengenai analisis dan implementasi sistem yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Tahapan ini yaitu implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, pengujian, dan pembahasaan.

BAB 6 PENUTUP

Bab penutup merupakan bab yang membahas tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran terhadap masalah yang belum terselesaikan untuk dapat diperbaiki dan dikembangkan pada penelitian berikutnya.