

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
PENCAHAYAAN DAN HVAC BERBASIS INTERNET OF
THINGS (IoT)**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh:

Muhammad Apriliansyah NIM : 1052247
Yulizar Rizkiandi NIM : 1052260

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2025

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN PENCAHAYAAN DAN
HVAC BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Oleh:

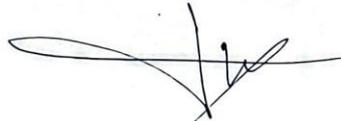
Muhammad Apriliansyah/1052247

Yulizar Rizkiandi/1052260

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Surojo, M.T.

Pembimbing 2



Ade Putra Maulana,
S.Tr.T., M.Tr.T

Penguji 1



Yudhi, M.T.

Penguji 2



Peprizal, M.Pd.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1: Muhammad Apriliansyah NPM: 1052247

Nama Mahasiswa 2: Yulizar Rizkiandi NPM: 1052260

Dengan Judul :Rancang Bangun Sistem Pengendalian dan
Pencahayaannya dan HVAC Berbasis Internet of
Things (IoT)

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 2 Juli 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Muhammad Apriliansyah


.....

2. Yulizar Rizkiandi


.....

ABSTRAK

Di era modern saat ini, bangunan seperti kelas, perkantoran, maupun fasilitas publik semakin memerlukan solusi dalam pengelolaan energi yang efektif dan pintar. sebuah sistem kontrol otomatis pada pencahayaan dan HVAC berbasis Internet of Things (IoT) dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi energi di ruang belajar. Desain sistem disusun agar intensitas pencahayaan memenuhi standar Kementerian ESDM, yakni sekitar 250 lux, dengan suhu ruang ideal pada kisaran 22°C–26°C. Perangkat terdiri dari lima Wemos D1 Mini yang terhubung dengan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan, serta sensor BH1750 untuk membaca intensitas cahaya. Semua komponen dikendalikan terpusat menggunakan ESP32. Data dikirim melalui protokol MQTT dan dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi Blynk. Metode pelaksanaan meliputi studi literatur, perancangan dan perakitan prototipe, pembuatan program, perakitan hardware dan electrical, pengujian kinerja alat, serta evaluasi hingga tahap pelaporan proyek akhir. Sistem ini memungkinkan lima lampu dan satu pendingin dioperasikan otomatis berdasarkan parameter yang telah diatur. Hasil pengujian menunjukkan intensitas cahaya mencapai 264,8 lux pada pagi hari dan 263,9 lux di siang hari dengan empat lampu menyala, sesuai dengan standar ruang belajar. Sementara itu, pengujian pada sistem HVAC menghasilkan suhu rata-rata ruangan sebesar 30,6°C, yang tidak memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi energi. Namun demikian, sistem ini tetap mampu menekan konsumsi listrik hingga ±39% lebih hemat dibandingkan pengoperasian secara manual. Pemanfaatan IoT diharapkan dapat mendukung terwujudnya bangunan pintar yang efisien dan ramah lingkungan.

Kata kunci: BH1750; BLYNK; DHT22; ESP32 ; Internet of Things; MQTT.

ABSTRACT

In the modern era, buildings such as classrooms, offices, and public facilities increasingly require effective and intelligent energy management solutions. An automatic control system for lighting and HVAC based on the Internet of Things (IoT) has been developed with the aim of improving energy efficiency in learning spaces. The system is designed to ensure that the lighting intensity meets the standards set by the Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM), which is around 250 lux, with an ideal room temperature range of 22°C–26°C. The device consists of five Wemos D1 Mini units connected to DHT22 sensors to detect temperature and humidity, and BH1750 sensors to measure light intensity. All components are centrally controlled using an ESP32 microcontroller. Data is transmitted via the MQTT protocol and can be monitored in real time through the Blynk application. The implementation method includes literature study, prototype design and assembly, programming, hardware and electrical assembly, performance testing, evaluation, and final project reporting. This system allows five lamps and one air conditioner to operate automatically according to predefined parameters. The test results show that the light intensity reached 264.8 lux in the morning and 263.9 lux in the afternoon with four lamps on, which meets the classroom lighting standard. Meanwhile, the HVAC test produced an average room temperature of 30.6°C, which did not significantly affect energy efficiency. However, the system was still able to reduce power consumption by approximately 39% compared to manual operation. The implementation of IoT in this system is expected to support the realization of smart buildings that are more efficient and environmentally friendly.

Keyword : BH1750; BLYNK; DHT22; ESP32; Internet of Things; MQTT.

KATA PENGANTAR

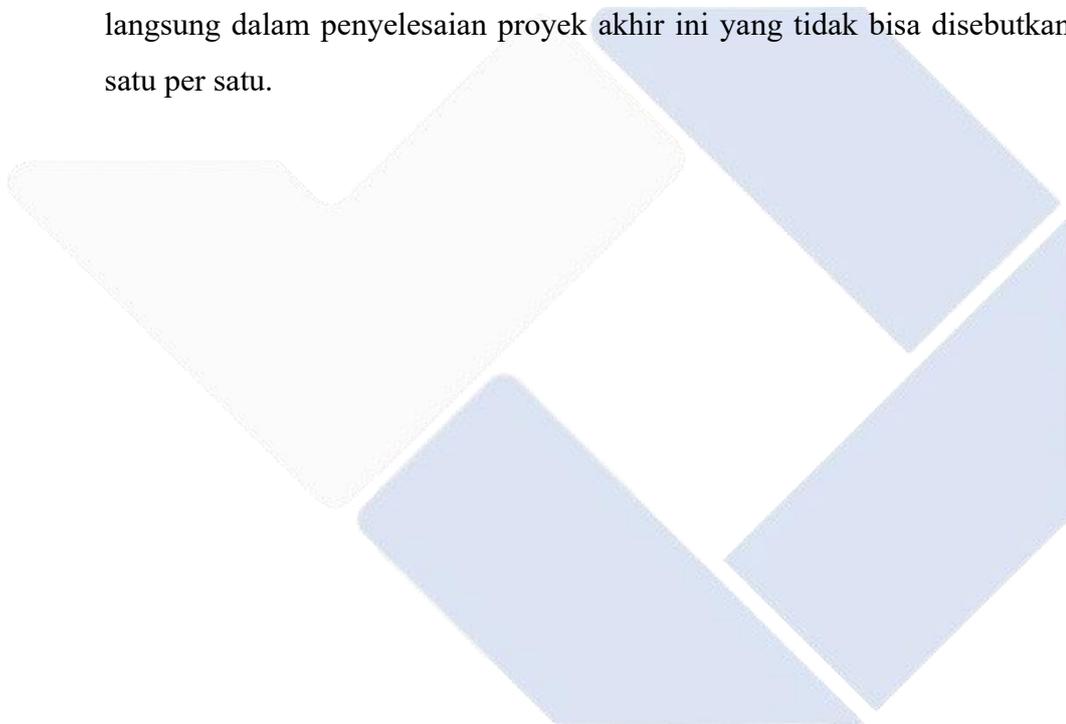
Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah proyek akhir ini dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Makalah ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat wajib kelulusan **Diploma IV** di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dengan adanya makalah ini diharapkan pembaca dapat mengetahui gambaran proyek akhir yang dibuat oleh penulis. Makalah proyek akhir ini dibuat dengan melakukan pengembangan dari jurnal-jurnal penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Penulis mencoba menerapkan ilmu pengetahuan yang didapat selama **4 tahun** menempuh pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dalam pembuatan proyek akhir ini. Selain itu, penulis juga mendapatkan informasi berupa data-data pendukung dari makalah-makalah proyek akhir mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung tahun-tahun sebelumnya.

Selama menyusun makalah proyek akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulisan makalah ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orangtua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan baik secara moral maupun materi sehingga penulis dapat memberikan hasil yang terbaik.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Surojo, M.T. selaku dosen pembimbing 1 dalam proyek akhir ini.
4. Bapak Ade Putra Maulana, S.Tr.T., M.Tr.T. selaku dosen pembimbing 2 dalam proyek akhir ini.
5. Bapak Zanu Saputra, S.ST., M.Tr.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Rekayasa elektro dan Industri pertanian Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

6. Bapak Aan Febriansyah, S.ST., M.T. selaku Ketua Program Studi D-IV Teknik Rekayasa elektro dan Industri pertanian Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Seluruh tenaga pendidik dan kependidikan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung terutama kelas 3 STE B yang telah bersama sama memberi semangat dan membantu dalam penyelesaian proyek akhir.
9. Seluruh pihak yang ikut terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian proyek akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.



DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | Error! Bookmark not defined. |
| PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT | Error! Bookmark not defined. |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | 1 |
| BAB I PENDAHULUAN | 2 |
| 1.1 Latar Belakang | 2 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Proyek Akhir..... | 4 |
| 1.4 Batasan Masalah | 4 |
| BAB II DASAR TEORI | 5 |
| 2.1 Sistem Monitoring | 6 |
| 2.2 Sensor DHT 22 | 7 |
| 2.3 ESP-32 | 8 |
| 2.4 Sensor BH1750 | 9 |
| 2.5 <i>Blynk</i> | 10 |
| 2.6 Wemos D1 Mini..... | 11 |
| BAB III | 12 |
| 3.1 Studi Literatur | 12 |
| 3.2 Desain alat..... | 13 |
| 3.3 Rancangan hardware | 14 |

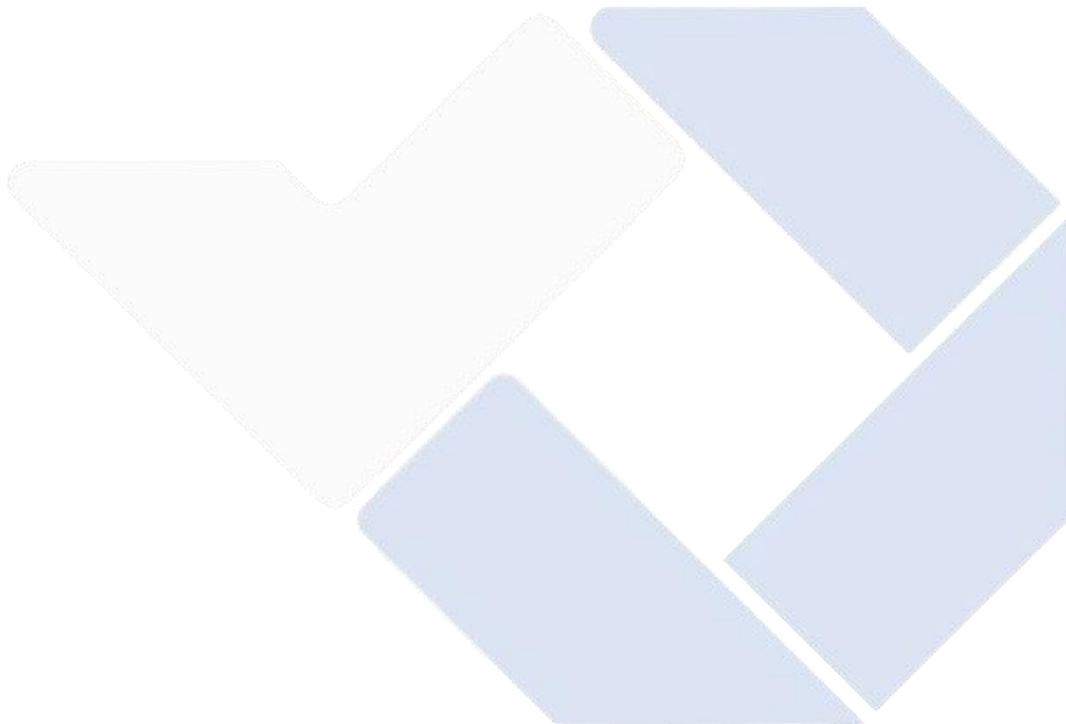
| | |
|--|-----------|
| 3.4 Pembuatan Kontruksi Alat..... | 14 |
| 3.5 Perancangan dan Perakitan <i>Prototype</i> Alat Pengendalian Pencahayaan dan HVAC | 15 |
| 3.6 Pembuatan Program Alat Pengendalian Pencahayaan dan HVAC..... | 15 |
| 3.7 Perancangan Electrical dan Hardware Alat Pengendalian Pencahayaan dan HVAC | 15 |
| 3.8 Pembuatan dan Penggabungan Program dan Hardware Alat Pengendalian Pencahayaan dan HVAC..... | 16 |
| 3.9 Pengujian Alat Pengendalian Pencahayaan dan HVAC | 16 |
| 3.10 Pembuatan Laporan Proyek Akhir..... | 17 |
| BAB IV | 18 |
| 4.1 Data hasil Percobaan..... | 19 |
| 4.2 Penggunaan listrik alat yang dibangun | 23 |
| 4.3 Penggunaan listrik pada ruangan teori polman | 25 |
| 4.3.1 Perhitungan penggunaan listrik pada Lampu..... | 25 |
| 4.3.2 Perhitungan Penggunaan Listrik pada HVAC | 25 |
| BAB V | 28 |
| 5.1 Kesimpulan | 28 |
| 5.2 Saran | 28 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 29 |
| LAMPIRAN..... | 30 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 DHT22..... | 8 |
| Gambar 2.2 ESP-32..... | 9 |
| Gambar 2.3 BH1750 | 10 |
| Gambar 2. 4 Blynk | 11 |
| Gambar 2.5 Wemos D1 Mini | 11 |
| Gambar 3.1 Flowchart Metode Pelaksanaan..... | 12 |
| Gambar 3.2 Desain 3D Alat | 13 |
| Gambar 3.3 Desain 2D Alat | 13 |
| Gambar 3.4 Wiring ESP32 | 14 |
| Gambar 3.5 Wiring Wemos D1 Mini | 14 |
| Gambar 3.6 Penempatan Komponen Pada Box | 14 |
| Gambar 3.7 Tiang Lampu | 14 |
| Gambar 4.1 Grafik Pencahayaan Ruangan Teori Jam 11.00-12.00 | 21 |
| Gambar 4.2 Grafik Pencahayaan Ruangan Teori Jam 13.00-15.00 | 22 |
| Gambar 4.3 Grafik Suhu pada Ruangan 4x3m | 23 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 State Of Art..... | 5 |
| Tabel 4.1 Alat yang Digunakan..... | 18 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Jam 10.00 sampai 11.00 dengan lampu LED 30W..... | 19 |
| Tabel 4.3 Hasil Pengujian Jam 13.00 sampai 15.00 dengan lampu LED 30W..... | 20 |
| Tabel 4.4 Rata Rata Suhu Ruangan Jam 16.00 - 17.00..... | 22 |
| Tabel 4.5 Konsumsi Komponen yang digunakan..... | 24 |
| Tabel 4.6 Perbandingan dan Efisiensi Energi..... | 26 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu masalah utama dalam pengelolaan sumber daya di bidang bangunan seperti perkantoran, sekolah, dan fasilitas umum adalah efisiensi energi. Seperti yang dilaporkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), konsumsi energi listrik di Indonesia telah meningkat dengan laju pertumbuhan sekitar 6,5 hingga 7 persen per tahun[1]. Menurut data dari International Energy Agency (IEA), sektor bangunan menyumbang lebih dari 30 persen dari total konsumsi energi di seluruh dunia, dengan pencahayaan dan sistem ventilasi dan pendinginan (HVAC) sebagai kontributor utama dari peningkatan ini. Salah satu faktor utama yang berkontribusi pada peningkatan ini adalah penggunaan energi yang tidak efisien, terutama dalam sistem pencahayaan serta Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC). mengakibatkan pemborosan energi yang signifikan.

Salah satu komponen bangunan yang paling banyak mengkonsumsi energi adalah pencahayaan. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6197-2000, tingkat pencahayaan yang disarankan untuk ruang belajar adalah 250-500 lux. Tingkat pencahayaan terbaik adalah 300-500 lux untuk memastikan kenyamanan visual[2]. Namun, dalam kenyataannya, banyak bangunan terus menggunakan pencahayaan yang tidak sesuai dengan kebutuhan, baik berlebihan maupun kurang memadai, yang menyebabkan peningkatan penggunaan listrik. Sistem ventilasi dan pendinginan (HVAC) bangunan sangat mengkonsumsi energi, selain pencahayaan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang standar kesehatan lingkungan kerja dan belajar, suhu ideal untuk ruang belajar adalah 22°C–26°C dengan kelembaban relatif 40%–60%.

Dengan kemajuan teknologi, *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi kreatif untuk mengelola energi bangunan. Berdasarkan data yang dikumpulkan secara real-time, *Internet of Things* memungkinkan perangkat untuk terhubung satu sama lain dan beroperasi secara otomatis. Sensor lingkungan dapat digunakan untuk

mengendalikan sistem pencahayaan dan sistem HVAC secara cerdas untuk mengoptimalkan penggunaan energi sesuai dengan kebutuhan sebenarnya. Studi yang dilakukan oleh berbagai lembaga di Indonesia menunjukkan bahwa penggunaan sistem manajemen energi yang berbasis *Internet of Things* dapat mengurangi konsumsi listrik hingga 30%. Ini terutama berlaku untuk sistem pencahayaan dan sistem ventilasi udara yang diotomatisasi. Hal ini sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), yang menetapkan tujuan untuk meningkatkan efisiensi energi nasional sebesar 17% pada tahun 2025.

Untuk meningkatkan efisiensi energi bangunan, penelitian ini akan merancang dan mengembangkan sistem pengendalian pencahayaan dan HVAC berbasis *Internet of Things* (IoT). Komponen utama sistem akan menggunakan ESP32, yang terintegrasi dengan sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban serta sensor BH1750 untuk mendeteksi intensitas cahaya. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini akan digunakan secara otomatis untuk mengatur pencahayaan dan sistem HVAC, sehingga perangkat hanya akan beroperasi saat diperlukan. Sebagai contoh, sistem akan mengubah menghidupkan lampu untuk memenuhi kebutuhan maksimum jika tingkat pencahayaan di bawah 250 lux. Selain itu, HVAC akan dikendalikan sesuai dengan suhu ideal ruang belajar yang ditetapkan dalam standar peraturan terkait.

Diharapkan lingkungan akan menjadi lebih hemat energi dan ramah lingkungan dengan penerapan sistem ini. Sistem ini tidak hanya membantu mengurangi biaya operasi dan konsumsi listrik, tetapi juga mendukung ide bangunan pintar yang lebih responsif terhadap perubahan lingkungan. Dengan menggunakan *Internet of Things*, sistem pengendalian pencahayaan dan HVAC ini dapat diterapkan pada berbagai jenis bangunan, seperti sekolah, perkantoran, dan fasilitas umum. Ini akan memiliki dampak yang lebih besar pada upaya konservasi energi secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah untuk proyek akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menggunakan *IoT* untuk merancang dan membuat perangkat pencahayaan dan HVAC?
2. Bagaimana cara mengetahui nilai sensor tersebut secara *real-time*?

1.3 Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari pembuatan proyek akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Membangun dan mengembangkan perangkat yang dapat mengontrol pencahayaan dan sistem HVAC menggunakan *Internet of Things (IoT)*.
2. Memperoleh data suhu dan intensitas Cahaya dari sensor pada ruangan yang dapat ditampilkan secara *real-time*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada pembuatan proyek akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Rentan deteksi data hanya terdapat pada ruangan teori yang telah ditentukan.
2. Sistem Monitoring pada *website* hanya dapat diakses Ketika terhubung dengan jaringan internet yang sama.
3. Penelitian ini menggunakan aktuator berupa lampu LED 30W dan kipas penyejuk ruangan

BAB II DASAR TEORI

Tabel 2.1 State Of Art

| NO | NAMA INSTITUSI | PENELITIAN | PEMBAHASAN | KESIMPULAN |
|----|--|--|--|--|
| 1 | Andi Kurniawan, 2021, Universitas Negeri Yogyakarta | Sistem Otomatisasi Lampu Rumah Menggunakan IoT,dengan tujuan Menghemat energi dengan kendali otomatis pencahayaan berbasis IoT. | Efisiensi listrik lewat otomatisasi pencahayaan,hasil yang di temukan Konsumsi energi menurun hingga 30% dari sistem manual. | Sistem IoT dapat meningkatkan efisiensi energi melalui otomatisasi pencahayaan. |
| 2 | Siti Nurhaliza, 2022, Universitas Brawijaya. | Monitoring & Kontrol HVAC Berbasis ESP32 dan Blynk,dengan tujuan Mengontrol suhu dan kelembaban secara jarak jauh via mobile app. | Kontrol suhu dan kelembaban berbasis ESP32 dan mobile app,hasil yang di temukan Sistem responsif dan mudah diakses dari jarak jauh. | HVAC berbasis IoT sangat efektif untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh. |
| 3 | Budi Santoso, 2023, Politeknik Manufaktur Bangka Belitung. | Smart Home Berbasis Arduino dan Sensor Cahaya,dengan tujuan, Mengatur lampu otomatis berdasar cahaya ruangan untuk efisiensi energi. | Kendali lampu otomatis berbasis intensitas Cahaya,hasil yang di temukan Sistem mampu menyesuaikan nyala lampu sesuai kondisi lingkungan. | Penggunaan sensor cahaya mampu menyesuaikan kebutuhan pencahayaan secara real-time. |
| 4 | Rika Damayanti, 2020, Institut Teknologi Sepuluh Nopember | Kontrol HVAC & Pencahayaan Otomatis Berbasis IoT,dengan tujuan Integrasi HVAC dan lampu dalam satu sistem otomatis berbasis sensor. | Integrasi sistem HVAC dan lampu otomatis berbasis sensor,hasil yang ditemukan Pengendalian berjalan serempak, meningkatkan kenyamanan dan efisiensi. | Integrasi sistem HVAC dan lampu otomatis memberikan kenyamanan dan efisiensi tinggi. |
| 5 | Luthfi Ramadhan, 2021, Universitas Diponegoro. | Desain Otomatisasi HVAC dan Lampu Berbasis IoT,dengan tujuan | Sistem adaptif berbasis sensor suhu & cahaya di ruang kelas,hasil yang di temukan | Sistem kontrol otomatis sangat cocok diterapkan di ruang publik |

| | | |
|--|--|--|
| Meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi di ruang kelas. | HVAC dan lampu menyala sesuai kebutuhan aktual ruangan, sangat hemat energi. | untuk efisiensi dan kenyamanan yang optimal. |
|--|--|--|

Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dibandingkan studi sebelumnya yang cenderung fokus pada sistem pencahayaan atau HVAC secara terpisah. Dalam tugas akhir ini, dirancang sistem berbasis IoT yang mampu mengatur pencahayaan dan HVAC sekaligus, menggunakan sensor BH1750 dan DHT22 yang terhubung ke ESP32 dan dikendalikan lewat aplikasi Blynk.

Sistem diuji pada waktu pagi dan siang untuk mengamati adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang berubah. Standar pencahayaan SNI 250 lux dijadikan tolok ukur, yang masih jarang digunakan secara eksplisit dalam penelitian sejenis. Rancangan ini diharapkan mampu memberikan kenyamanan secara otomatis serta meningkatkan efisiensi pemakaian energi di dalam ruangan.

2.1 Sistem Monitoring

Perkembangan teknologi monitoring kini semakin luas diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Monitoring sendiri merupakan proses memperoleh informasi secara sistematis dan berkelanjutan mengenai suatu indikator, sehingga memungkinkan dilakukannya evaluasi dan perbaikan untuk meningkatkan kualitas informasi atau program berikutnya. Aktivitas ini memberikan data terkait status pengukuran yang dilakukan secara berulang dalam kurun waktu tertentu. Umumnya, pemantauan dilakukan untuk menilai proses atau mengevaluasi kondisi guna memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan. Salah satu implementasi monitoring yang paling sering digunakan saat ini adalah pemantauan suhu. Monitoring suhu berfungsi untuk mengamati kondisi temperatur dalam suatu ruangan, baik untuk mendeteksi adanya kenaikan maupun penurunan suhu.

2.2 Sensor DHT 22

Sensor DHT ditunjukkan pada gambar 2.1 merupakan perangkat yang mengandung termistor NTC, bertanggung jawab untuk mengukur suhu dan kelembapan . DHT22 dikenal dengan akurasi yang tinggi, dapat mendeteksi suhu dengan kesalahan maksimum sebesar $\pm 0,5$ derajat Celsius dan kelembapan relatif dengan tingkat kesalahan antara 2-5%. Kisaran suhu yang bisa diukur berkisar dari -40 derajat Celsius hingga 80 derajat Celsius[3]. Penelitian oleh (Sihombing & Listiari, 2020) menunjukkan bahwa kesalahan pengukuran dengan sensor ini tidak melampaui 5%, memperkuat bukti bahwa sensor ini memberikan hasil yang tepat dan dapat diverifikasi dengan alat lain. Saat beroperasi, sensor ini memerlukan arus sekitar 1-1,5 mA[4]. Sensor ini beroperasi dengan tegangan dalam rentang 3.3V hingga 6V.

Output dari DHT22 merupakan data digital yang dikeluarkan lewat pin 2. Sensor ini mengirimkan data dalam format 40 bit, yang terbagi menjadi 5 byte. Byte pertama dan kedua mewakili tingkat kelembapan, dengan data tersebut diterjemahkan dalam 16 bit. Byte ketiga dan keempat dialokasikan untuk temperatur, juga dalam format 16 bit. Selama pengukuran temperatur, jika bit ke-16 menunjukkan nilai 1, temperatur tersebut dinyatakan negatif; sebaliknya, jika bit ke-16 menunjukkan nilai 0, temperatur tersebut dinyatakan positif. Data kelembapan dan temperatur yang awalnya berformat biner kemudian diubah menjadi desimal. Setelah proses konversi ke desimal, data tersebut dimasukkan ke dalam rumus yang telah ditetapkan untuk menghasilkan keluaran kelembapan dan temperatur yang bisa ditampilkan di layar pemantauan.

Sensor DHT 22 memiliki 3 pin yang dihubungkan, yaitu:

- Pin 1: VCC
- Pin 2: Out
- Pin 3: GND



Gambar 2.1 DHT22

2.3 ESP-32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang telah terintegrasi dengan jaringan Wifi dan koneksi Bluetooth, yang dapat menyederhanakan dalam membuat sistem IoT yang membutuhkan akses nirkabel. Mikrokontroler ESP32 membaca input data dari sensor dan mengirimkannya melalui modul WiFi ESP32 ke server atau platform IoT untuk diproses. Setelah itu, data yang diterima ditampilkan ke halaman platform, sehingga pengguna dapat melihatnya. Mikrokontroler ESP32 memiliki prosesor dual-core, kecepatan hingga 240 MHz, RAM 520 KB, dan memori flash hingga 4 MB[5]. Sesuai untuk aplikasi IoT karena memiliki tegangan operasi 2.2V - 3.6V dan mengonsumsi sedikit daya. Dengan spesifikasi ini ESP32 digunakan untuk mengumpulkan data dari sejumlah sensor, mengolahnya, dan kemudian mengirimkannya ke server melalui koneksi internet. ESP32 mendukung protokol Modbus melalui UART, yang memungkinkan integrasi dengan set-top box untuk menampilkan data sensor.

Dalam proyek ini, fitur Analog-to-Digital Converter (ADC) pada ESP32 dimanfaatkan untuk mengukur data analog dari sensor DHT22 yang mengukur suhu dan kelembaban serta sensor BH1750 yang mengukur intensitas cahaya. ADC mengubah sinyal analog dari DHT22, jika menggunakan keluaran analog, atau data digital yang diperoleh melalui protokol one-wire menjadi nilai yang dapat dipahami oleh mikrokontroler. Di sisi lain, BH1750 mengirimkan data intensitas cahaya dalam bentuk digital melalui komunikasi I2C, yang selanjutnya diproses untuk menentukan nilai lux. Data yang berasal dari kedua sensor tersebut diproses dan ditampilkan secara langsung di platform IoT seperti Blynk, yang memberikan kesempatan bagi pengguna untuk secara efisien dan akurat mengawasi kondisi

lingkungan, meliputi suhu, kelembaban, serta tingkat pencahayaan. Implementasi ini menjamin bahwa data yang dikumpulkan adalah bisa diandalkan dan informasi yang disajikan diperoleh dengan cepat dan tepat.



Gambar 2.2 ESP-32

2.4 Sensor BH1750

Sensor BH1750 adalah sensor pengukur cahaya digital yang dirancang untuk menilai tingkat cahaya ambient dengan presisi yang tinggi. Alat ini beroperasi dengan cara mendeteksi cahaya melalui fotodiode dan mengubahnya menjadi sinyal digital melalui koneksi I2C, yang memudahkan integrasi dengan mikrokontroler seperti Arduino, ESP322, atau Raspberry Pi. BH1750 menawarkan resolusi pengukuran sampai 16-bit, memungkinkan deteksi pada intensitas cahaya berkisar antara 1 hingga 65.535 lux[6]. Karakteristik ini menjadikannya sangat cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk sistem pencahayaan otomatis, penyesuaian kecerahan layar, atau pemantauan lingkungan. Lebih jauh, perangkat ini tidak memerlukan komponen tambahan di luar dirinya dan memiliki tingkat konsumsi daya yang rendah, membuatnya ideal untuk proyek-proyek yang mengutamakan efisiensi energi. Dengan kemudahan dalam penggunaannya dan kinerja yang dapat diandalkan, BH1750 menjadi pilihan yang banyak digemari oleh para pengembang dan penggemar elektronika.



Gambar 2.3 BH1750

2.5 Blynk

Blynk merupakan sebuah platform Internet of Things yang terkenal dan memiliki banyak keunggulan yang menjadikannya pilihan utama untuk pengembangan aplikasi berbasis IoT. Platform ini mudah digunakan, memungkinkan user dari berbagai latar belakang keahlian untuk membuat aplikasi IoT dengan sederhana. Blynk dapat diakses pada perangkat Android dan iOS, serta kompatibel dengan berbagai modul seperti ESP32, Arduino, dan Raspberry Pi[7]. Dengan menawarkan fitur-fitur seperti kendali perangkat dari jauh, penyimpanan data, monitoring data sensor, dan pengaturan otomatis, Blynk memberi tingkat fleksibilitas yang tinggi dalam merancang solusi IoT. Terdapat tiga komponen utama dalam Blynk, yaitu Aplikasi, Server, dan Libraries, yang bekerja sama untuk memungkinkan interaksi antara perangkat keras dan perangkat lunak secara langsung. Dalam proyek akhir yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Pencahayaan dan HVAC berbasis Internet of Things (IoT)", Blynk berperan sebagai antarmuka untuk pemantauan sistem dari jarak jauh menggunakan ponsel pintar. Aplikasi ini memungkinkan pemantauan suhu, kelembaban, dan tingkat cahaya secara langsung dengan menggunakan sensor DHT22 dan BH1750 yang terhubung pada mikrokontroler ESP32.

Dengan memanfaatkan Blynk, sistem ini tidak hanya menyederhanakan proses pemantauan, tetapi juga berkontribusi meningkatkan kenyamanan pengguna dalam pengelolaan ruangan secara cerdas dan terintegrasi.



Gambar 2. 4 Blynk

2.6 Wemos D1 Mini

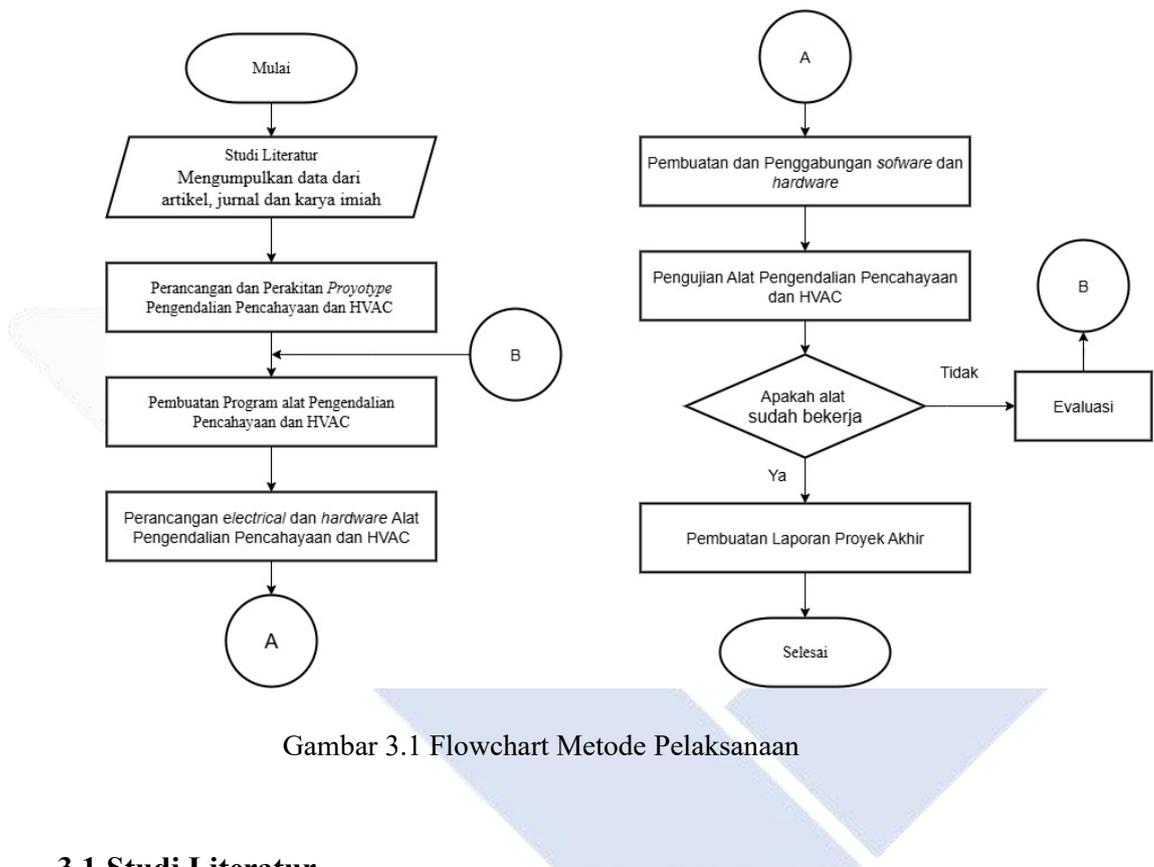
Wemos D1 Mini digunakan sebagai perangkat penghubung untuk mengintegrasikan sensor DHT22 dan BH1750 dengan modul ESP32 secara wireless. Dalam rangkaian ini, Wemos D1 Mini berperan sebagai pengambil data dari sensor suhu dan kelembapan DHT22 serta sensor cahaya BH1750[8]. Data hasil pembacaan tersebut kemudian dikirim ke ESP32 melalui jaringan nirkabel seperti Wi-Fi atau protokol MQTT. Dengan demikian, ESP32 dapat menerima dan mengolah data dari beberapa Wemos D1 Mini secara bersamaan, memungkinkan pemasangan sensor di lokasi yang fleksibel tanpa perlu menggunakan kabel, serta memudahkan pemantauan kondisi lingkungan dari jarak jauh.



Gambar 2.5 Wemos D1 Mini

BAB III METODE PELAKSANAAN

Pada pelaksanaan proyek akhir dengan judul Rancang Bangun Sistem Pengendalian Pencahayaan dan HVAC Berbasis *Internet of Things (IoT)*, memiliki beberapa tahapan dalam pengerjaan. Di bawah merupakan diagram alir atau *flowchart* tahapan pengerjaan proyek akhir ini pada gambar 3.1 di bawah ini :



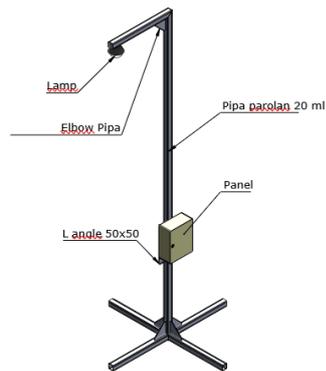
Gambar 3.1 Flowchart Metode Pelaksanaan

3.1 Studi Literatur

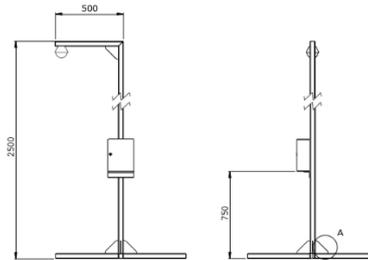
Ketika memulai proyek akhir ini, dilakukan penelusuran literatur yang bertujuan untuk merancang sistem pengendalian pencahayaan dan HVAC yang berbasis internet of things (IoT) ini. Tujuan utama dari fase ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai ide dan teknologi yang akan diterapkan, mencari penelitian sebelumnya yang relevan, serta mengumpulkan data dan berbagai informasi yang diperlukan sebagai dasar pembuatan sistem. Penelusuran literatur ini menjelajahi konsep-konsep fundamental yang berkaitan dengan proyek ini, seperti suhu ideal dalam ruang belajar, tingkat pencahayaan di

ruang belajar, teknologi Internet of Things (IoT), dan spesifikasi teknis terkait perangkat keras yang akan digunakan, seperti mikrokontroler ESP32, sensor DHT 22, dan sensor BH 1750.

3.2 Desain alat



Gambar 3.2 Desain 3D Alat



Gambar 3.3 Desain 2D Alat

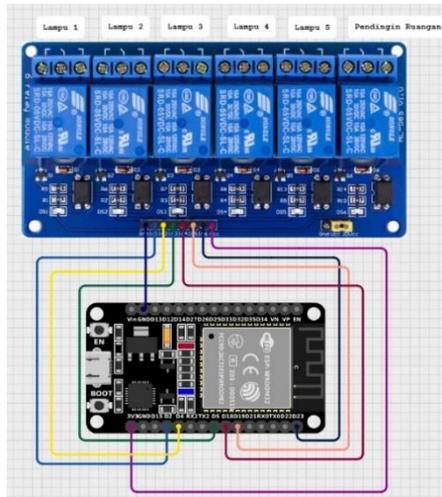
Keterangan:

- a) Lamp
- b) Pipa paralon
- c) Box Panel
- d) Elbow

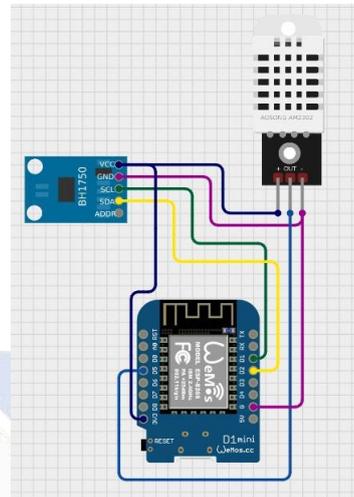
Pada Gambar 3.2 (Desain 3D Alat) dan Gambar 3.3 (Desain 2D Alat), dapat dilihat rancangan penempatan sistem yang dirancang pada ruang pembelajaran teori di Polman. Pemasangan tiang lampu direncanakan di setiap sudut ruangan, dengan tambahan satu tiang di titik tengah ruangan serta satu lagi di area tengah sektor pendingin ruangan. Sistem ini memanfaatkan lima unit lampu dengan daya masing-masing 30 watt yang terpasang pada setiap tiang. Total tiang yang digunakan berjumlah lima, dilengkapi dengan satu boks panel yang di dalamnya terdapat relay dan modul ESP32, yang berfungsi sebagai pusat kendali dan komponen utama penelitian ini.

3.3 Rancangan hardware

Rangkaian hardware pada sistem ini dirancang untuk mendukung fungsi utama alat, mulai dari pembacaan data sensor hingga proses kendali otomatis.



Gambar 3.4 Wiring ESP32



Gambar 3.5 Wiring Wemos D1 Mini

3.4 Pembuatan Kontruksi Alat

Tahapan selanjutnya adalah pembuatan keseluruhan alat dengan mengikuti desain pada referensi. Konstruksi dirancang sebagai wadah utama yang menopang seluruh perangkat keras, sehingga sistem dapat berdiri kokoh dan fungsional.



Gambar 3.6 Penempatan Komponen Pada Box



Gambar 3.7 Tiang Lampu

3.5 Perancangan dan Perakitan *Prototype* Alat Pengendalian Pencahayaan dan HVAC

Pada tahap ini, perancangan dan perakitan *prototype* alat dilakukan secara terstruktur untuk memastikan alat berfungsi dengan optimal. Proses dimulai dengan pemilihan komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32, sensor cahaya BH1750, serta sensor suhu dan kelembaban DHT22.

Setelah desain selesai, proses perakitan perangkat keras dilakukan sesuai dengan skema yang telah direncanakan. Sensor BH1750 dan DHT22 dipasang di sejumlah lokasi strategis di dalam ruangan untuk mendapatkan data lingkungan secara menyeluruh. Selanjutnya, program diunggah ke ESP32 dengan memanfaatkan Arduino IDE, sehingga sistem dapat membaca informasi dari sensor dan mengatur pencahayaan serta HVAC secara otomatis. Setelah itu, *prototype* yang telah dirakit diuji untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik dan bahwa data yang dihasilkan akurat.

3.6 Pembuatan Program Alat Pengendalian Pencahayaan dan HVAC

Sistem untuk kontrol pencahayaan dan HVAC dikembangkan serta diimplementasikan. Proses dimulai dengan penulisan kode diplatform Arduino IDE yang kemudian diunggah ke dalam mikrokontroler ESP-32. Sistem ini mencakup pengaturan untuk parameter yang berkaitan dengan sensor suhu dan cahaya. Setelah kode selesai ditulis, perangkat diuji dalam kondisi nyata untuk memastikan keandalan dan ketepatan fungsi alat dalam memantau suhu dan tingkat cahaya. Sensor akan mengirimkan informasi ke Blynk untuk diproses lebih lanjut, dan hasilnya akan ditampilkan melalui antarmuka web atau aplikasi Blynk di perangkat Android yang dapat diakses oleh pengguna.

3.7 Perancangan Electrical dan Hardware Alat Pengendalian Pencahayaan dan HVAC

Pada fase ini, sensor-sensor serta elemen-elemen yang dipilih telah dipertimbangkan saat merancang sistem *electrical* dan *hardware* untuk Pengendalian Pencahayaan dan HVAC. Mikrokontroler ESP-32, yang dilengkapi dengan sensor untuk mengukur suhu udara dan tingkat cahaya, merupakan komponen utama yang digunakan. Setelah merakit dan menguji rangkaian

elektronik, perangkat keras tersebut digabungkan ke dalam sistem pemantauan agar pembacaan dan pengiriman data tersebut dapat dilakukan secara real-time melalui platform Blynk.

3.8 Pembuatan dan Penggabungan Program dan Hardware Alat Pengendalian pencahayaan dan HVAC

Semua komponen dan perangkat lunak yang sudah diuji sebelumnya disatukan menjadi satu kesatuan sistem yang berfungsi. Langkah awal dalam fase ini adalah memastikan ketersediaan semua bagian dan cek kondisinya. PCB yang dirakit berdasarkan desain sebelumnya telah siap untuk digunakan dalam fase ini. Berikutnya, perangkat lunak yang telah disusun menggunakan Arduino IDE dimasukkan ke dalam mikrokontroler ESP-32. Proses ini dimulai dengan memastikan semua kode dan library yang diperlukan telah dimasukkan dan digabungkan dengan benar ke dalam program. Selanjutnya, dengan bantuan software Arduino IDE, program dapat diunggah ke ESP-32 melalui koneksi USB. Langkah ini memungkinkan ESP-32 untuk melaksanakan perintah yang ditetapkan dalam perangkat lunak, seperti menginisialisasi sensor, relay dan mengirimkan data ke Blynk. Dengan cara ini, ESP-32 berperan sebagai otak dari sistem pengendalian pencahayaan dan HVAC, mengumpulkan informasi dari sensor, memprosesnya, dan mengirimkannya untuk ditampilkan secara real time.

3.9 Pengujian Alat Pengendalian Pencahayaan dan HVAC

Pada tahap ini, dilakukan proses pengujian terhadap sistem pengendalian pencahayaan dan HVAC berbasis IoT yang telah selesai dirakit dan diprogram. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa seluruh komponen berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Pengujian dimulai dengan mengecek kinerja sensor BH1750 dan DHT22 yang terhubung ke mikrokontroler ESP32. Semua sensor diuji secara serentak untuk memastikan kemampuannya dalam memberikan data yang stabil dan akurat. Sensor BH1750 digunakan untuk mengukur tingkat pencahayaan di beberapa titik ruangan, sedangkan sensor DHT22 berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Selain itu, dilakukan pula pengujian terhadap aktuator berupa relay, yang digunakan untuk

mengontrol lampu dan sistem HVAC secara otomatis berdasarkan nilai ambang batas sensor.

Setelah pengujian perangkat keras selesai, dilanjutkan dengan pengujian sistem monitoring berbasis aplikasi IoT. Dalam hal ini, digunakan aplikasi Blynk sebagai antarmuka untuk memantau dan mengendalikan sistem secara real-time. Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat kendali yang mengirimkan data sensor ke aplikasi melalui koneksi Wi-Fi. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa konektivitas berjalan dengan baik, komunikasi data berlangsung stabil, serta data yang ditampilkan pada dashboard Blynk akurat dan sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan.

3.10 Pembuatan Laporan Proyek Akhir

Proses terakhir dalam penyelesaian proyek ini adalah pembuatan laporan akhir. Laporan akhir ini bertujuan untuk mendokumentasikan seluruh tahapan perancangan, pembuatan, dan perakitan hingga pengujian alat. Selain itu, pembuatan laporan akhir ini juga bertujuan untuk menyusun bukti tertulis yang mencakup semua elemen dari latar belakang hingga Kesimpulan.

BAB IV PEMBAHASAN

Dalam bab ini menyajikan hasil implementasi dari sistem pengendalian otomatis pada pencahayaan dan HVAC yang dirancang berbasis teknologi Internet of Things (IoT). Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam merespons perubahan suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya di lingkungan sekitar. Komponen-komponen utama seperti sensor DHT22, sensor BH1750, serta mikrokontroler ESP32 dan Wemos D1 Mini diuji guna memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai dengan perancangan. Selain itu, pengujian juga mencakup proses pengendalian perangkat output seperti lampu dan kipas melalui platform Blynk sebagai antarmuka kendali jarak jauh. Hasil dari pengujian ini disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan dokumentasi visual yang kemudian dianalisis untuk menilai efektivitas serta keandalan sistem secara keseluruhan.

Tabel 4.1 Alat yang Digunakan

| No | Alat / Bahan | Fungsi | Peran dalam Sistem | Kelebihan / Kelemahan |
|----|---------------|---------------------------------|---|---|
| 1 | ESP32 | Mikrokontroler utama | Mengendalikan seluruh proses sistem pencahayaan dan HVAC serta konektivitas ke internet | Kelebihan: WiFi dan Bluetooth terintegrasi, daya rendah. Kelemahan: Lebih kompleks dibanding Arduino Uno |
| 2 | Wemos D1 Mini | Mikrokontroler berbasis ESP8266 | Alternatif ESP32 untuk projek yang lebih kecil dengan koneksi WiFi | Kelebihan: Ukuran kecil, hemat daya. Kelemahan: Lebih sedikit GPIO dibanding ESP32 |
| 3 | Sensor DHT22 | Sensor suhu dan kelembapan | Memberikan data lingkungan untuk sistem HVAC | Kelebihan: Akurat dan stabil. Kelemahan: |

| | | | | |
|---|------------------|--------------------------------|--|--|
| 4 | Sensor BH1750 | Sensor intensitas cahaya (lux) | Digunakan untuk mengukur pencahayaan alami dan menyesuaikan pencahayaan buatan | Kecepatan respon lambat Kelebihan: Akurat dan digital (I2C). Kelemahan: Sensitif terhadap arah sumber cahaya |
| 5 | Blynk (software) | Platform IoT berbasis cloud | Mengontrol dan memonitor sistem melalui smartphone secara real-time | Kelebihan: Antarmuka visual yang mudah. Kelemahan: Bergantung pada koneksi internet dan server Blynk |

4.1 Data hasil Percobaan

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Jam 10.00 sampai 11.00 dengan lampu LED 30W

| NO | KONDISI LAMPU MENYALA | RATA RATA INTESITAS CAHAYA DAN SENSOR CAHAYA(LUXURY) |
|----|-----------------------|--|
| 1 | Lampu mati semua | 19.22 (LUX) |
| 2 | Satu lampu | 118.12 (LUX) |
| 3 | dua lampu | 178.54(LUX) |
| 4 | Tiga lampu | 233.86(LUX) |
| 5 | Empat lampu | 264.8(LUX) |
| 6 | Lima lampu | 350.24(LUX) |

Dari tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa saat seluruh lampu dalam kondisi mati, rata-rata intensitas cahaya di ruangan hanya sebesar 19.22 lux. Nilai ini berada jauh di bawah standar minimal yang ditetapkan dalam SNI 03-6197-2000 untuk ruang pembelajaran, yaitu sebesar 250 sampai 300 lux.

Namun, ketika empat lampu dinyalakan, intensitas cahaya mencapai 264,80 lux. Angka ini telah memenuhi persyaratan minimal pencahayaan untuk ruang teori sesuai standar SNI, yaitu 250 lux \pm toleransi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan empat lampu sudah cukup untuk memberikan pencahayaan yang sesuai standar pada ruang pembelajaran.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Jam 13.00 sampai 15.00 dengan lampu LED 30W

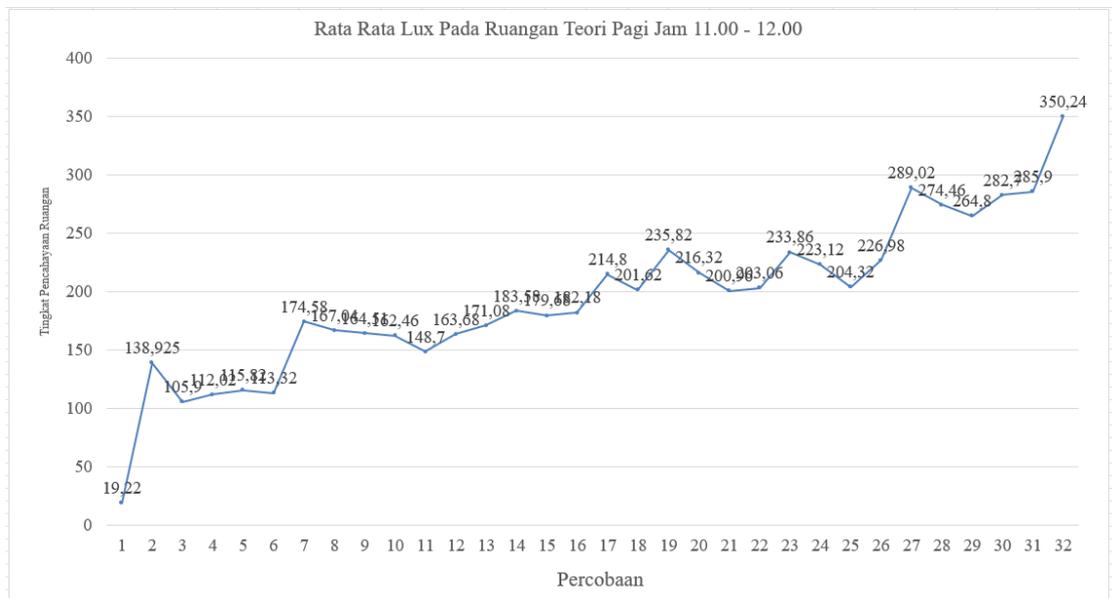
| No | KONDISI LAMPU MENYALA | RATA RATA INTESITAS CAHAYA DAN SENSOR CAHAYA(LUXURY) |
|----|-----------------------|--|
| 1 | Lampu mati semua | 57.54(LUX) |
| 2 | Satu lampu | 118.12(LUX) |
| 3 | dua lampu | 174.4(LUX) |
| 4 | Tiga lampu | 216.88(LUX) |
| 5 | Empat lampu | 263.9(LUX) |
| 6 | Lima lampu | 348.8(LUX) |

Dari tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa saat seluruh lampu dalam kondisi mati, rata-rata intensitas cahaya di ruangan hanya sebesar 57,54 lux. Nilai ini berada jauh di bawah standar minimal yang ditetapkan dalam SNI 03-6197-2000 untuk ruang pembelajaran, yaitu sebesar 250 sampai 300 lux.

Namun, ketika empat lampu dinyalakan, intensitas cahaya mencapai 263,9 lux. Angka ini telah memenuhi persyaratan minimal pencahayaan untuk ruang teori sesuai standar SNI, yaitu 250 lux \pm toleransi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan empat lampu sudah cukup untuk memberikan pencahayaan yang sesuai standar pada ruang pembelajaran.

Lalu pada kondisi lima lampu menyala, dengan rata-rata 348,8 lux, nilai intensitas cahayanya sudah melebihi standar SNI. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan lima lampu menghasilkan pencahayaan yang lebih tinggi dari standar minimum yang diperlukan.

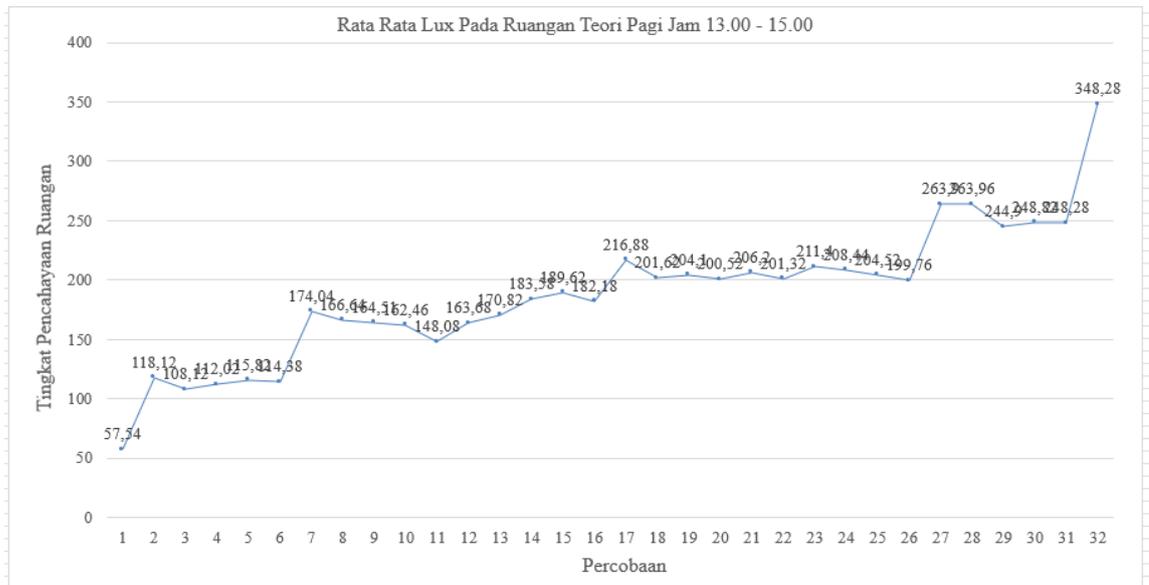
Pada gambar 4.1 menunjukkan perubahan tingkat pencahayaan (lux) di ruangan teori antara jam 10–11 pagi selama 32 percobaan. Di awal percobaan (1–6), pencahayaan masih rendah, menandakan sedikitnya lampu yang menyala. Mulai percobaan ke-7, terjadi peningkatan bertahap pada nilai lux.



Gambar 4.1 Grafik Pencahayaan Ruang Teori Jam 11.00-12.00

Menjelang akhir percobaan (sekitar percobaan 30–32), pencahayaan mencapai lebih dari 350 lux, yang artinya sudah sangat terang dan melebihi standar SNI 250 lux. Grafik ini memperlihatkan bahwa semakin banyak lampu dinyalakan, semakin tinggi pula tingkat pencahayaan di ruangan.

Pada gambar 4.2 grafik pencahayaan ruangan teori pada jam 13.00 – 15.00 WIB menunjukkan tren yang lebih stabil dan rata-rata lux yang lebih tinggi dibandingkan grafik jam 10.00 – 11.00 WIB. Di awal percobaan, nilai lux sudah cukup tinggi meskipun lampu belum maksimal, menandakan pengaruh cahaya alami siang hari.

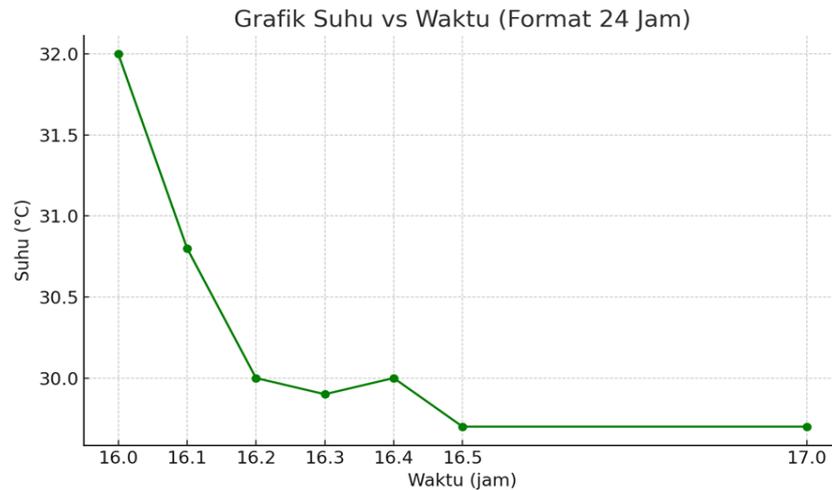


Gambar 4.2 Grafik Pencahayaan Ruangan Teori Jam 13.00-15.00

Peningkatan intensitas cahaya terjadi secara bertahap, dan pada percobaan ke-32, nilai lux melampaui 350, serupa dengan grafik pagi. Ini menunjukkan bahwa pada siang hari, pencahayaan ruangan lebih mudah mencapai standar SNI 250 lux, bahkan dengan jumlah lampu yang lebih sedikit, karena bantuan cahaya matahari lebih dominan.

Tabel 4.4 Rata Rata Suhu Ruangan Jam 16.00 - 17.00

| NO | Waktu | Rata rata suhu pada ruangan |
|----|-------|-----------------------------|
| 1 | 16.00 | 32.0 °C |
| 2 | 16.10 | 30.8 °C |
| 3 | 16.20 | 30.0°C |
| 4 | 16.30 | 29.9 °C |
| 5 | 16.40 | 30.0°C |
| 6 | 16.50 | 29.7 °C |
| 7 | 17.00 | 29.7°C |



Gambar 4.3 Grafik Suhu pada Ruangan 4x3m

Pada gambar 4.3 dari hasil monitoring suhu pada ruangan berukuran 4×3 meter (12 m^2), tercatat penurunan suhu dari $32,0^\circ\text{C}$ pada pukul 16.00 menjadi $29,7^\circ\text{C}$ pada pukul 17.00. Penurunan tersebut dicapai menggunakan kipas pendingin *SHARP PJ-A26MY-B* (220–240 V, 65 W) yang dioperasikan secara otomatis melalui sistem IoT. Kendali suhu ruang belum sepenuhnya berada dalam rentang ideal ($22\text{--}26^\circ\text{C}$), namun sistem terbukti mampu menurunkan suhu secara bertahap dengan tetap menjaga efisiensi daya. Kombinasi sensor dan pengendalian otomatis memungkinkan perangkat berfungsi secara real-time sesuai kebutuhan ruangan.

4.2 Penggunaan listrik alat yang dibangun

Selain fungsi dan stabilitas, efisiensi energi merupakan faktor krusial dalam desain sistem otomatis yang berbasis IoT. Sistem ini mencakup ESP32 sebagai pengendali utama, lima unit Wemos D1 Mini, sensor DHT22 dan BH1750, serta modul relay 6 channel.

Setiap komponen memiliki tingkat konsumsi energi yang beragam yang harus dianalisis untuk menentukan total energi yang dipakai saat sistem dioperasikan selama 8 jam. Perkiraan daya konsumsi masing-masing alat ditunjukkan pada tabel 4.4 dan menjadi dasar untuk menghitung efisiensi keseluruhan dari sistem. Setiap elemen memiliki tingkat konsumsi energi yang beragam yang harus dianalisis untuk menentukan total energi yang dipakai saat sistem dioperasikan selama 8 jam.

➤ Rumus-Rumus Daya dan Konsumsi Listrik

➤ Daya Listrik (P)

Daya listrik suatu perangkat dapat dihitung dengan rumus:

$P = V \times I$ dimana P adalah daya dalam satuan Watt, V adalah tegangan (Volt), dan I adalah arus listrik (Ampere). Rumus ini digunakan untuk mengetahui besarnya daya listrik yang dibutuhkan oleh peralatan secara sesaat.

➤ Energi Listrik (E)

Energi listrik yang dikonsumsi dapat dihitung dengan rumus:

$E = P \times t$ dengan E sebagai energi listrik dalam satuan Wh (watt-hour) atau kWh (kilowatt-hour), P sebagai daya (Watt), dan t sebagai lama waktu pemakaian (jam). Nilai energi ini menggambarkan total konsumsi daya dalam periode waktu tertentu.

Tabel 4.5 Konsumsi Komponen yang digunakan

| Komponen | Jumlah | Konsumsi Daya Per Unit | Total Daya Yang Digunakan |
|----------------------------|--------|------------------------|---------------------------|
| ESP 32 | 1 | 0.80 W | 0.80 W |
| Wemos D1 Mini | 5 | 0.35 W | 1.75 W |
| Sensor DHT22 | 5 | 0.0125 W | 0.0625 W |
| Sensor BH1750 | 5 | 0.0006 W | 0.003 W |
| Relay (3 channel aktif) | 1 | 1.05 W | 1.05 W |
| Total Konsumsi Daya | | | 3.6655 W |

Dengan asumsi sistem bekerja selama 8 jam per hari, maka total konsumsi energi per hari dapat dihitung sebagai berikut:

➤ Energi = Daya × Waktu = 3.6655 W × 8 jam = 29.324 Wh

Jika dikonversi ke kilowatt (kWh):

➤ 29.324 Wh = 0.0293 kWh

Sehingga, dalam satu hari sistem ini hanya mengkonsumsi sekitar **0.0293 kWh**, dan dalam satu bulan (30 hari) menjadi:

➤ 0.0293 kWh × 30 = 0.8796 kWh

4.3 Penggunaan listrik pada ruangan teori polman

Penelitian ini menerapkan sistem pengaturan penerangan otomatis yang berbasis IoT dengan tujuan utama untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik di ruang teori di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Sistem ini dibuat agar lampu hanya menyala ketika tingkat cahaya dalam ruangan berada di bawah batas tertentu (kurang dari 250 lux sesuai SNI), sehingga waktu lampu menyala menjadi lebih singkat dibandingkan dengan sistem konvensional.

4.3.1 Perhitungan penggunaan listrik pada Lampu

Untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan energi pada lampu yang dicapai, dilakukan perbandingan antara dua skenario:

- **Kondisi 1 (Sistem Otomatis / TA):**

Menggunakan **5 buah lampu LED 30 watt**, menyala **rata-rata 4 jam per hari** karena dikendalikan otomatis oleh sensor cahaya.

- **Kondisi 2 (Konvensional / Tanpa Sistem):**

Menggunakan **8 buah lampu LED 18 watt**, menyala **8 jam penuh per hari** tanpa kontrol otomatis.

- **Kondisi 1 – Sistem Otomatis (5 Lampu × 30W × 4 jam/hari)**

$$\text{Energi per hari} = 5 \times 30 \times 4 = 600 \text{ Wh} = 0,6 \text{ kWh}$$

$$\text{Energi per bulan} = 0,6 \times 30 = 18 \text{ kWh} + 0,8796 \text{ kWh} = 18,8796 \text{ kWh}$$

- **Kondisi 2 – Sistem Konvensional (8 Lampu × 18W × 8 jam/hari)**

$$\text{Energi per hari} = 8 \times 18 \times 8 = 1.152 \text{ Wh} = 1,152 \text{ kWh}$$

$$\text{Energi per bulan} = 1,152 \times 30 = 34,56 \text{ kWh}$$

4.3.2 Perhitungan Penggunaan Listrik pada HVAC

Untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan energi pada HVAC yang dicapai, yang dimana HVAC yang digunakan berupa kipas SHARP PJ-A26MY-B sebagai alat pendingin ruangan, dilakukan perbandingan antara dua skenario:

- **Kondisi 1 (Sistem Otomatis / TA):**

Menggunakan kipas SHARP PJ-A26MY-B menyala otomatis oleh sensor suhu.

- **Kondisi 2 (Konvensional / Tanpa Sistem):**

Menggunakan kipas SHARP PJ-A26MY-B menyala **8 jam penuh per hari** tanpa kontrol otomatis.

- **Kondisi 1 – Sistem Otomatis**

Kipas On = 8 jam × 45 menit (lama kipas Hidup) = $8 \times 45 / 60 = 6$ Jam

Kipas Off = 8 jam × 15 menit (lama kipas mati) = $8 \times 15 / 60 = 2$ Jam

Energi per hari = $1 \times 65 \times 6 = 390\text{Wh} = 0,39$ kWh

Energi per bulan = $0,39 \times 30 = 11,7$ kWh

- **Kondisi 2 – Sistem Konvensional (1 HVAC × 65W × 8 jam/hari)**

Energi per hari = $1 \times 65 \times 8 = 520\text{Wh} = 0,52$ kWh

Energi per bulan = $0,52 \times 30 = 15,6$ kWh

Tabel 4.6 Perbandingan dan Efisiensi Energi

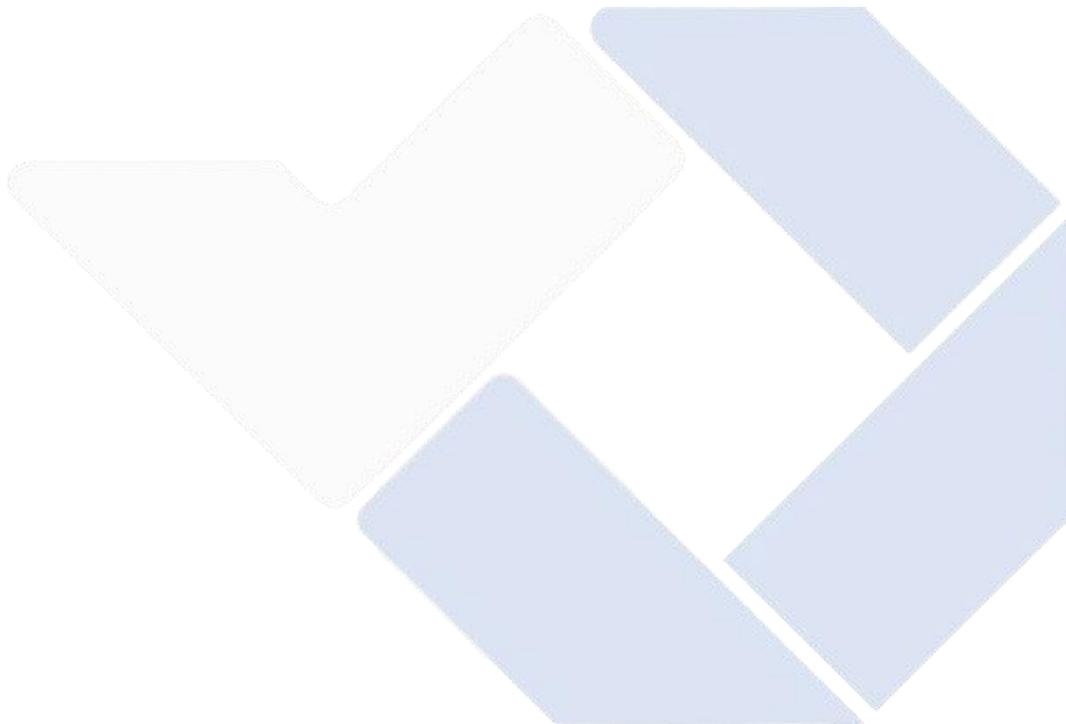
| Kondisi | Konsumsi Energi/bulan | Efisiensi (%) |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------|
| Sistem Otomatis (TA) | 30,57 kWh | ± 39% lebih hemat |
| Sistem Konvensional | 50,16 kWh | |

Selisih penghematan:

Penghematan Energi Perbulan: $50,16 - 30,57 = 19,59$ kWh/ Perbulan

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem pengendalian pencahayaan otomatis berbasis IoT yang dirancang dalam tugas akhir ini mampu menghemat energi hingga ±39% dibandingkan sistem konvensional dalam perbulan . Penghematan ini terjadi karena sistem hanya mengaktifkan lampu saat dibutuhkan, berdasarkan deteksi sensor terhadap intensitas cahaya ruangan.

Selain efisiensi energi, sistem ini juga diterapkan secara masif di seluruh ruang kelas, sistem ini dapat memberikan dampak signifikan terhadap penghematan energi secara institusional, serta mendukung prinsip green campus dan bangunan cerdas (smart building).



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Pembuatan proyek akhir berjudul “Rancang Bangun Sistem pengendalian pencahayaan dan HVAC berbasis internet of things (IoT)” telah didapatkan hasil pengujian dan analisa terhadap fungsi alat sehingga dapat dibuat kesimpulan:

1. “Hasil uji menunjukkan sistem kendali IoT untuk pencahayaan dan HVAC bekerja efektif dan responsif sesuai parameter.”
2. Fitur monitoring jarak jauh melalui blynk pada perangkat seluler berjalan dengan baik, sehingga memudahkan pengguna untuk melihat kondisi ruangan.
3. Hasil dari percobaan alat menunjukan rata-rata intensitas Cahaya sekitaran 265 lux dengan menghidupkan empat lampu 30W dan rata-rata suhu pada ruangan sekitaran 30,6 °C dengan menggunakan kipas *SHARP PJ-A26MY-B*
4. Dengan hasil pengujian tersebut , penggunaan energi dari alat otomatisasi tersebut dengan kondisi sebelumnya terdapat penghematan energi sebanyak $\pm 39\%$ selama penggunaan jangka waktu sebulan.

5.2 Saran

Apabila sistem ini dikembangkan di masa mendatang, terdapat beberapa aspek yang bisa ditingkatkan, antara lain:

1. Peningkatan fitur keamanan, seperti penambahan alarm otomatis dan pemutus arus secara otomatis ketika sistem mendeteksi kondisi berbahaya.
2. Fitur notifikasi jarak jauh, yang berguna untuk memberikan peringatan dini apabila terjadi gangguan atau kondisi yang tidak normal pada sistem pengendalian.
3. Penggunaan sensor berkualitas tinggi, guna memastikan hasil pengukuran parameter seperti suhu, cahaya, dan kelembaban memiliki tingkat akurasi dan keandalan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Indonesia, Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional. Jakarta: Sekretariat Negara, 2017.
- [2] Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-6197-2000: Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan. Jakarta: BSN, 2000.
- [3] M. Zirana dan R. Meisarah, "Prototype Alat Penetas Telur Berbasis IoT" Proyek Akhir, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2023.
- [4] Y. A. Sihombing and S. Listiari, "Detection of air temperature, humidity and soil pH by using DHT22 and pH sensor based Arduino nano microcontroller," in AIP Conference Proceedings, American Institute of Physics Inc., Mar. 2020. doi: 10.1063/5.0003115.
- [5] M. A. Alfarizi, T. Yasmin, and A. Chantika, "Alat Pemantau Kualitas Udara BerbasisIoT." Proyek Akhir, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2024
- [6] A. Khaira Perdana and I. Hasyim Rosma, "Analisis Kalibrasi Sensor BH1750 Untuk Mengukur Radiasi Matahari di Pekanbaru" Skripsi, Universitas Abdurrah, 2020.
- [7] A. Purnomo, D. Hardiyanto, dan S. Kartikawati, "Smart Doorlock System Menggunakan Kontrol Android Blynk Untuk Pemantauan Keamanan Rumah Tinggal," Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia (SESINDO), 2022.
- [8] G. Sanhaji, I. P. Putra, and I. A. Rojak, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kebocoran Gas, Suhu, dan Kelembapan pada Dapur Berbasis Internet of Things Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 Mini," *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 5, no. 4, hlm. 335–343, Jun. 2023 (jurnal.bsi.ac.id).





LAMPIRAN 1
Daftar Riwayat Hidup (Perorangan)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhammad Apriliansyah
Tempat & Tanggal Lahir : Pangkalpinang, 3 April 2004
Alamat Rumah : Jl. Perumahan Taman Jagung Residen
7 No. D6
No. HP : 083175452960
Email : muhammadapriliansyah751@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

- | | |
|---|-----------------|
| 1. SDN 10 Pangkalpinang | Lulus 2016 |
| 2. SMPN 1 Pangkalpinang | Lulus 2019 |
| 3. SMAN 1 Pangkalpinang | Lulus 2022 |
| 4. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung | 2022 - Sekarang |

3. Pendidikan Non-Formal

Praktik Kerja Lapangan di Departemen Operator & Maintenance PT PLN
BATAM MPP AIR ANYIR PLTG.

Sungailiat, 2 Juli 2025

Muhammad Apriliansyah

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Yulizar Rizkiandi
Tempat & Tanggal Lahir : Muntok, 6 Juli 2004
Alamat Rumah : Jl. Imam Bonjol No. 42
No. HP : 0896 5235 0400
Email : Aanyulizar@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

- | | |
|---|-----------------|
| 1. SDN 21 Muntok | Lulus 2016 |
| 2. SMPN 1 Muntok | Lulus 2019 |
| 3. SMAN 1 Muntok | Lulus 2022 |
| 4. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung | 2022 - Sekarang |

3. Pendidikan Non-Formal

Praktik Kerja Lapangan di Departemen Engineering PT Forsta Kalmedic Global.

Sungailiat, 2 Juli 2025

Yulizar Rizkiandi



LAMPIRAN 2

Program Mikrokontroler

Program Alat

```
// ===== WEMOS D1 MINI (Node) =====  
  
#include <ESP8266WiFi.h>  
#include <PubSubClient.h>  
#include <DHT.h>  
#include <Wire.h>  
#include <BH1750.h>  
  
#define DHTPIN D5  
#define DHTTYPE DHT22  
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);  
BH1750 lightMeter;  
  
const char* ssid = "Ngeyel Banget Gus"; //wifi  
const char* password = "tolonglah"; // sandi wifi  
const char* mqtt_server = "8c9f3c9067d04507ad07592f5fca18f2.s1.eu.hivemq.cloud"; // ganti dengan host HiveMQ Cloud  
const int mqtt_port = 8883;  
const char* mqtt_user = "Yulizar"; //user mqtt  
const char* mqtt_pass = "MqTTYulizar11"; // sandi user mqtt  
const char* mqtt_topic = "iot/wemos1"; //ganti wemos 1 dan seterusnya  
const char* clientID = "WemosClient1"; // sama ganti juga  
  
WiFiClientSecure espClient;  
PubSubClient client(espClient);  
  
void setup_wifi() {  
  WiFi.begin(ssid, password);
```

```
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("Connected to WiFi");

espClient.setInsecure(); // non-verified SSL, bisa diganti dengan root CA
}

void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    if (client.connect(clientID, mqtt_user, mqtt_pass)) break;
    delay(2000);
  }
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  setup_wifi();
  client.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
  dht.begin();
  Wire.begin(D2, D1);
  lightMeter.begin();
}

void loop() {
  if (!client.connected()) reconnect();
  client.loop();
}
```

```
float suhu = dht.readTemperature();
float hum = dht.readHumidity();
float lux = lightMeter.readLightLevel();

if (!isnan(suhu) && !isnan(hum) && !isnan(lux)) {
  String payload = "{}";
  payload += "\"suhu\":" + String(suhu, 1) + ",";
  payload += "\"kelembapan\":" + String(hum, 1) + ",";
  payload += "\"cahaya\":" + String(lux, 1);
  payload += "}";

  client.publish(mqtt_topic, payload.c_str());
  Serial.println("Data Sent: " + payload);
}
delay(5000);
}
```

```
//===== ESP32 (Broker Client + Blynk) =====
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6sylvM4uUP"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Proyek Akhir"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "rrVDQ1FPYCqZy_fR6U3mY_rQjsIr6tC5"

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <ArduinoJson.h>

const char* ssid = "Ngeyel Banget Gus";
const char* password = "tolonglah";

const          char*          mqtt_server =
"8c9f3c9067d04507ad07592f5fca18f2.s1.eu.hivemq.cloud";

const int mqtt_port = 8883;
const char* mqtt_user = "Yulizar";
const char* mqtt_pass = "MqTTYulizar11";

WiFiClientSecure espClient;
PubSubClient client(espClient);
BlynkTimer timer;

float suhuTotal = 0, kelembapanTotal = 0, cahayaTotal = 0;
int dataCount = 0;
float luxArray[5];
bool lampuStatus[5] = {false, false, false, false, false};
bool acStatus = false;
```

```
const int relayPins[6] = {2, 4, 5, 18, 19, 23}; // 5 lampu, 1 AC
```

```
void setup_wifi() {  
  Serial.print("Connecting to WiFi...");  
  WiFi.begin(ssid, password);  
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    delay(500);  
    Serial.print(".");  
  }  
  Serial.println("\n✅ WiFi Connected");  
  espClient.setInsecure();  
}
```

```
void mqtt_callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {  
  payload[length] = '\0';  
  StaticJsonDocument<200> doc;  
  if (deserializeJson(doc, payload)) return;  
  
  float suhu = doc["suhu"];  
  float hum = doc["kelembapan"];  
  float lux = doc["cahaya"];  
  
  int index = -1;  
  if (String(topic) == "iot/wemos1") index = 0;  
  else if (String(topic) == "iot/wemos2") index = 1;  
  else if (String(topic) == "iot/wemos3") index = 2;  
  else if (String(topic) == "iot/wemos4") index = 3;
```

```

else if (String(topic) == "iot/wemos5") index = 4;

if (index >= 0) {
    suhuTotal += suhu;
    kelembapanTotal += hum;
    cahayaTotal += lux;
    luxArray[index] = lux;
    dataCount++;
}
}

void kendaliRelay() {
    if (dataCount == 0) return;

    float avgSuhu = suhuTotal / dataCount;
    float avgLux = cahayaTotal / dataCount;

    Blynk.virtualWrite(V5, avgSuhu);
    Blynk.virtualWrite(V6, avgLux);

    // === KONTROL LAMPU: Dinamis jaga antara 250–280 lux ===
    if (avgLux < 250) {
        for (int i = 0; i < 5 && avgLux < 250; i++) {
            if (!lampuStatus[i]) {
                lampuStatus[i] = true;
                digitalWrite(relayPins[i], LOW); // ON
                Blynk.virtualWrite(V0 + i, 255);
                Serial.printf("Lampu %d dinyalakan (avg lux: %.2f)\n", i + 1, avgLux);
            }
        }
    }
}

```

```

    avgLux += 12; // asumsikan tiap lampu menambah ~12 lux
  }
}
} else if (avgLux > 300) {
  for (int i = 4; i >= 0 && avgLux > 280; i--) {
    if (lampuStatus[i]) {
      lampuStatus[i] = false;
      digitalWrite(relayPins[i], HIGH); // OFF
      Blynk.virtualWrite(V0 + i, 0);
      Serial.printf("Lampu %d dimatikan (avg lux: %.2f)\n", i + 1, avgLux);
      avgLux -= 12; // asumsikan tiap lampu mengurangi ~12 lux
    }
  }
}

// === KONTROL AC ===
if (avgSuhu > 27 && !acStatus) {
  acStatus = true;
  digitalWrite(relayPins[5], LOW); // ON
  Blynk.virtualWrite(V8, 255);
  Serial.println("AC dinyalakan (suhu > 27)");
} else if (avgSuhu < 20 && acStatus) {
  acStatus = false;
  digitalWrite(relayPins[5], HIGH); // OFF
  Blynk.virtualWrite(V8, 0);
  Serial.println("AC dimatikan (suhu < 20)");
}

```

```

// Reset
suhuTotal = kelembapanTotal = cahayaTotal = 0;
dataCount = 0;
}

void reconnect_mqtt() {
while (!client.connected()) {
Serial.print("Attempting MQTT connection... ");
if (client.connect("ESP32Client", mqtt_user, mqtt_pass)) {
Serial.println("✅ MQTT Connected!");
client.subscribe("iot/wemos1");
client.subscribe("iot/wemos2");
client.subscribe("iot/wemos3");
client.subscribe("iot/wemos4");
client.subscribe("iot/wemos5");
} else {
Serial.print("❌ MQTT Failed, rc=");
Serial.print(client.state());
Serial.println(" -> retrying in 2 seconds");
delay(2000);
}
}
}

void setup() {
Serial.begin(115200);
setup_wifi();
client.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
}

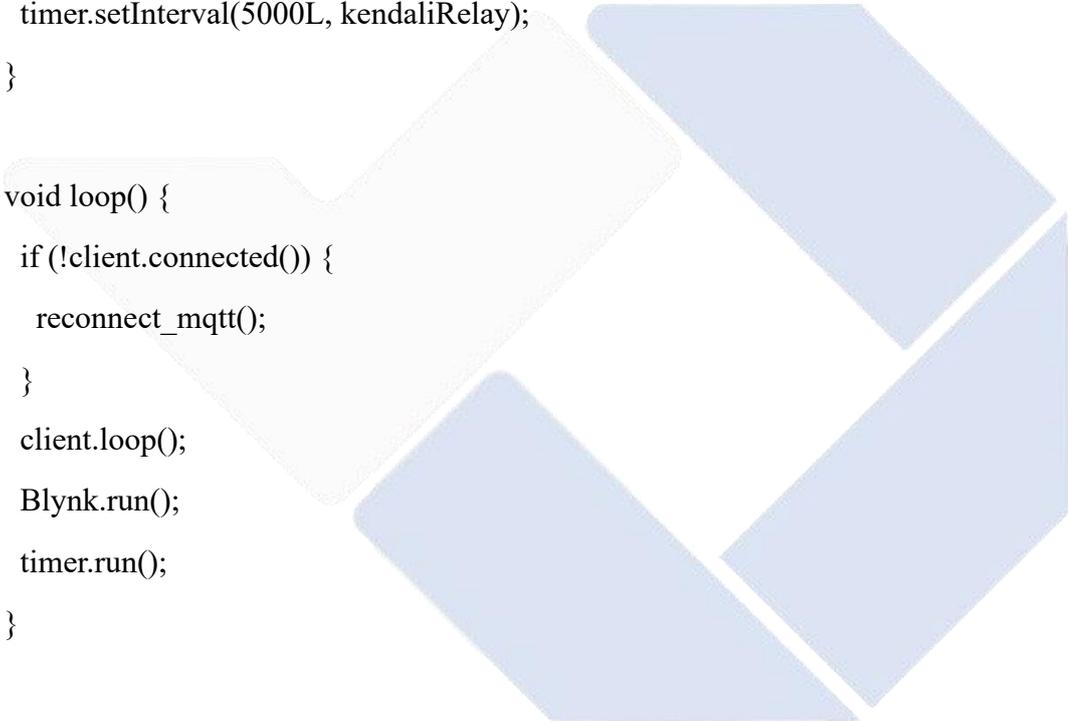
```

```
client.setCallback(mqtt_callback);

for (int i = 0; i < 6; i++) {
  pinMode(relayPins[i], OUTPUT);
  digitalWrite(relayPins[i], HIGH); // OFF default
}

Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, password);
timer.setInterval(5000L, kendaliRelay);
}

void loop() {
  if (!client.connected()) {
    reconnect_mqtt();
  }
  client.loop();
  Blynk.run();
  timer.run();
}
```



ORIGINALITY REPORT

| | | | |
|------------------|------------------|--------------|----------------|
| 15% | 14% | 2% | 2% |
| SIMILARITY INDEX | INTERNET SOURCES | PUBLICATIONS | STUDENT PAPERS |

PRIMARY SOURCES

| | | |
|----|---|-----|
| 1 | repository.polman-babel.ac.id Internet Source | 11% |
| 2 | Stephan Asril. "AUDIT ENERGI PADA GEDUNG B POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS", INOVTEK POLBENG, 2018 Publication | <1% |
| 3 | repository.pnj.ac.id Internet Source | <1% |
| 4 | Victor Tulus Pangapoi Sidabutar. "Kajian pengembangan kendaraan listrik di Indonesia: prospek dan hambatannya", Jurnal Paradigma Ekonomika, 2020 Publication | <1% |
| 5 | eprints.umm.ac.id Internet Source | <1% |
| 6 | id.123dok.com Internet Source | <1% |
| 7 | jurnal.um-tapsel.ac.id Internet Source | <1% |
| 8 | lipsus.kompas.com Internet Source | <1% |
| 9 | Submitted to SDM Universitas Gadjah Mada Student Paper | <1% |
| 10 | unjkit.com Internet Source | <1% |

| | | |
|----|--|------|
| 11 | skripsi-skripsiun.blogspot.com Internet Source | <1 % |
| 12 | Yori Saepul Barki, Teguh Ikhlas Ramadhan, Agus Supriatman. "Design of A Soil Moisture and pH Monitoring System for Tomato Plants", Jurnal Prajaiswara, 2025 Publication | <1 % |
| 13 | perpustakaan.poltekkes-malang.ac.id Internet Source | <1 % |
| 14 | repository.its.ac.id Internet Source | <1 % |
| 15 | id.scribd.com Internet Source | <1 % |
| 16 | repository.unama.ac.id Internet Source | <1 % |
| 17 | www.slideshare.net Internet Source | <1 % |

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On