

SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM OTOMATISASI
KONTROL DAN *MONITORING AIR HANDLING*
UNIT BERBASIS IoT DI HOTEL GRAND HYATT
BALI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Made Eri Setiadi

NIM. 1915344028

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SEMINAR SKRIPSI

PERANCANGAN SISTEM OTOMATISASI KONTROL DAN *MONITORING AIR HANDLING UNIT* BERBASIS IoT DI HOTEL GRAND HYATT BALI

Oleh :

I Made Eri Setiadi

NIM. 1915344028

Skripsi ini telah Melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk diujikan pada
Ujian Skripsi
di
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 23 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



I Made Purbhawa, ST. MT.
NIP. 196712121997021001

Dosen Pembimbing 2:



Dewa Ayu Indah Cahya Dewi, S.TI., MT.
NIP. 199110162020122005

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERANCANGAN SISTEM OTOMATISASI KONTROL DAN *MONITORING AIR HANDLING UNIT* BERBASIS IoT DI HOTEL GRAND HYATT BALI

Oleh :

I Made Eri Setiadi

NIM. 1915344028

Skripsi ini sudah Melalui Ujian Skripsi pada tanggal 24 Agustus 2023 dan sudah
dilakukan perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 05 September 2023

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :

1. Dr. Eng. I Ketut Swardika, ST., M.Si.
NIP. 197005021999031002

2. Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., MT.
NIP. 196809121995121001

Dosen Pembimbing :

1. I Made Purbhawa, ST. MT.
NIP. 196712121997021001

2. Dewa Ayu Indah Cahya Dewi, S.TI., MT.
NIP. 199110162020122005

Diketahui Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.

NIP. 196705021993031005

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

PERANCANGAN SISTEM OTOMATISASI KONTROL DAN MONITORING *AIR HANDLING UNIT* BERBASIS IoT DI HOTEL GRAND HYATT BALI

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 21 Agustus 2023

Yang menyatakan



I Made Eri Setiadi

NIM. 1915344028

ABSTRAK

Sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning), khususnya Unit Penanganan Udara (Air Handling Unit, AHU), memiliki peran penting dalam menjaga kualitas udara dalam ruangan dan kenyamanan suhu. Pandemi COVID-19 menimbulkan tantangan pada Sistem Manajemen Bangunan (Building Management System, BMS) tradisional yang mengontrol dan memonitor AHU, yang mengakibatkan ketidakefisienan dan biaya perbaikan yang tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut, dirancanglah sebuah sistem kontrol dan monitoring AHU berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem IoT yang diusulkan menggunakan driver motor L298N untuk mengatur pembukaan katup pada motorized valve dalam AHU. Kontrol dan monitoring sistem ini berdasarkan suhu dan waktu, dengan sensor Max6675 Thermocouple Type-K sebagai masukan untuk mendeteksi suhu ruangan. Bergantung pada suhu ruangan, sistem mengatur pembukaan katup motorized valve menjadi 0%, 50%, atau 100%. Selain itu, pada hari Senin hingga Jumat, pukul 06:00-18:00, blower motor tiga fasa dikendalikan menggunakan *relay* yang terintegrasi dalam rangkaian kontrol motor tiga fasa. Data dari sensor PZEM004T, yang digunakan untuk memantau motor tiga fasa, ditampilkan pada layar OLED 13 inci. Sistem kontrol dan monitoring AHU berbasis IoT bertujuan untuk menyederhanakan pengelolaan AHU dan memastikan kinerja yang optimal dalam menjaga kualitas udara dan kenyamanan suhu yang diinginkan. Solusi inovatif ini memberikan pendekatan yang efektif dan efisien dalam mengatasi tantangan AHU di Grand Hyatt Bali. Selain itu, solusi ini juga berkontribusi pada peningkatan kualitas udara dalam ruangan. Penelitian ini menjawab beberapa pertanyaan utama: perancangan sistem kontrol dan monitoring AHU berbasis IoT untuk motor blower, pengoperasian sistem berbasis IoT ini, presentasi data arus, tegangan, daya, dan frekuensi ke perangkat dan antarmuka, serta dampak efektivitas sistem terhadap kinerja AHU dalam mencapai suhu ruangan yang diinginkan. Hasil penelitian ini meliputi peningkatan efisiensi energi, penyederhanaan monitoring dan pemeliharaan AHU, peningkatan jaminan keamanan, serta data yang berharga untuk perencanaan pemeliharaan jangka panjang.

Kata Kunci : *IoT, Unit Penanganan Udara, ESP32, Driver Motor, Kontrol Suhu, Sistem Monitoring, Efisiensi Energi.*

ABSTRACT

The HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) system, specifically the Air Handling Unit (AHU), plays a vital role in maintaining indoor air quality and *temperature* comfort. The COVID-19 pandemic posed challenges to traditional Building Management Systems (BMS) that control and monitor AHUs, resulting in inefficiencies and high repair costs. To address this, an Internet of Things (IoT) based AHU control and monitoring system was designed using the ESP32 microcontroller. The proposed IoT system utilizes the L298N motor driver to regulate the motorized valve opening within the AHU. The system's control and monitoring are based on *temperature* and time, with the Max6675 Thermocouple Type-K sensor providing input for room *temperature* detection. Depending on the room's *temperature*, the system adjusts the motorized valve opening to 0%, 50%, or 100%. Additionally, during Monday to Friday, 06:00-18:00, a three-*phase* motor blower is controlled using *relays* integrated into the three-*phase* motor control circuit. Data from the PZEM004T sensor, used for monitoring the three-*phase* motor, is displayed on a 13-inch OLED screen. The IoT-based AHU control and monitoring system aims to simplify AHU management and ensure optimal performance in maintaining desired air quality and *temperature* comfort. This innovative solution presents an effective and efficient approach to addressing AHU challenges at Grand Hyatt Bali. Furthermore, it contributes to improved indoor air quality. This research addresses several key questions: the design of an IoT-based motor blower AHU control and monitoring system, the operation of this IoT-based system, data presentation of current, voltage, power, and frequency to devices and interfaces, and the impact of the system's effectiveness on AHU performance in achieving the desired room *temperature*. The outcomes of this study include enhanced energy efficiency, streamlined AHU monitoring and maintenance, increased safety assurance, and valuable data for long-term maintenance planning.

Keywords: *IoT, Air Handling Unit, ESP32, Motor Driver, Temperature Control, Monitoring System, Energy Efficiency.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Perancangan Sistem Otomatisasi Kontrol Dan Monitoring Air Handling Unit Berbasis IoT Di Hotel Grand Hyatt Bali**” dengan baik dan tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun sebagai persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma IV Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali. Skripsi ini diharapkan dapat menambah pengetahuan bagi penulis maupun para pembaca, serta dapat menjadi acuan studi untuk penelitian-penelitian selanjutnya. Dalam penulisan Skripsi ini tentu saja tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari banyak pihak, maka dari itu penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya, terutama kepada:

1. Bapak Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, ST, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Program Studi Diploma IV Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali yang senantiasa memberikan dukungan dan bimbingan selama menempuh proses pendidikan.
3. Bapak I Made Purbhawa, ST. MT. selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Dewa Ayu Indah Cahya Dewi, S.TI., MT. selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
5. Bapak dosen dan Ibu Dosen pengajar di Program Studi Diploma IV Teknik Otomasi, Politeknik Negeri Bali yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis sehingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
6. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
7. Kemudian terima kasih banyak untuk kakak/adik yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.

8. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat terimakasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini.
10. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Penulis menyadari Buku Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 23 Agustus 2023



Made Eri Setiadi

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan Seminar Skripsi	i
Lembar Pengesahan Skripsi.....	ii
Halaman Pernyataan Keaslian Karya Skripsi	iii
Abstrak.....	iv
Abstract.....	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.1 Landasan Teori	6
2.2.1 <i>Air handling unit (AHU)</i>	7
2.2.2 <i>Internet of Things (IoT)</i>	12
2.2.3 Mikrokontroler	12
2.2.4 Motor driver L298N	13
2.2.5 PZEM 004T	14
2.2.6 Max6675.....	15
2.2.7 Arduino IDE	16
2.2.8 Thingier.io	18
2.2.9 EAGLE	19
2.2.10 <i>Relay</i>	20
2.2.11 <i>Diode 1N4001</i>	21
2.2.12 <i>OLED 1.3" IIC</i>	22
2.2.13 <i>Trafo step down</i>	22

2.2.14	<i>Motorized valve belimo</i>	23
2.2.15	Motor induksi 3 <i>phase</i>	24
2.2.16	Konsep Daya	26
2.2.17	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	28
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1.	Rancangan Sistem (<i>Software / Hardware</i>)/Pengukuran/Pengambilan Data	30
3.1.1	Blok diagram sistem.....	30
3.1.2	<i>Wiring Diagram</i>	31
3.1.3	Sekema penempatan sensor dan komponen	31
3.1.4	<i>Flowchart</i> sistem	33
3.1.5	Pembuatan data sampel dan <i>training</i> sampel	34
3.2	Pembuatan Implementasi Alat	35
3.2.1	Uraian langkah kerja.....	36
3.2.2	Daftar kebutuhan bahan dan alat.....	37
3.3	Pengukuran	37
3.3.1	Pengukuran Suhu Ruangan	37
3.3.2	Pengukuran Arus dan Tegangan.....	37
3.3.3	Pengukuran Buka-an Katup Motorized Valve.....	38
3.3.4	Pengukuran Konsumsi Daya	38
3.4	Pengujian/analisa hasil penelitian	38
3.5	Hasil Yang Diharapkan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1.	Implementasi Sistem	40
4.1.1.	Implementasi Hardware.....	40
4.2.	Hasil Pengujian	48
4.2.1.	Pengujian Hardware	48
4.2.2.	Pengujian Software.....	53
4.2.3.	Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan	55
4.3.	Pembahasan.....	71
4.3.1.	Analisa implementasi sistem	71
4.3.2.	Analisa pengujian sistem	72
BAB V PENUTUP		74
5.1.	Kesimpulan	74

5.2.	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....		76
LAMPIRAN		78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Unit AHU	7
Gambar 2.2 Mixing Air box	8
Gambar 2.3 Filter	8
Gambar 2.4 Koil Pendingin	9
Gambar 2.5 Fan (Blower)	10
Gambar 2.6 Isolator	10
Gambar 2.7 Saluran Suplai (Ducting).....	11
Gambar 2.8 Internet of Things (IoT)	12
Gambar 2.9 Microcontroller	13
Gambar 2.10 Motor Driver L298N.....	14
Gambar 2.11 PZEM 004T	14
Gambar 2.12 MAX6675	16
Gambar 2.13 Arduino IDE.....	16
Gambar 2.14 Thingier.io.....	18
Gambar 2.15 Eagle	19
Gambar 2.16 <i>Relay</i>	20
Gambar 2.17 Diode 1N4001.....	21
Gambar 2.18 OLED 1.3" IIC	22
Gambar 2.19 Trafo Step Down.....	23
Gambar 2.20 Motorized valve Belimo	23
Gambar 2.21 Motor induksi 3 <i>phase</i>	25
Gambar 2. 22 arah aliran arus listrik.....	27
Gambar 3.1 Blok diagram alat	30
Gambar 3.2 Wiring diagram	31
Gambar 3.3 Sekema penempatan sensor dan komponen pada sistem AHU	32
Gambar 3.4 <i>Flowchart sistem</i>	33
Gambar 3.5 Data anotasi.....	35
Gambar 4. 1 Diagram pengawatan	41
Gambar 4. 2 Rangkaian daya start delta	41
Gambar 4. 3 Rangkaian kontrol.....	42
Gambar 4.4 Sistem secara menyeluruh.....	42

Gambar 4.5 Include Library program	43
Gambar 4.6 Tampilan awal aplikasi	45
Gambar 4.7 Tampilan Apps script pada Google Sheets	46
Gambar 4.8 Tampilan Apps URL dan GAS ID pada Google Sheets	47
Gambar 4.9 Tampilan cloud storage	48
Gambar 4.10 Pendeteksian board ESP 32	49
Gambar 4.11 Program Pendeteksian ESP32	49
Gambar 4.12 Hasil percobaan ESP32 pada serial monitor	50
Gambar 4. 13 Pengujian rangkaian power supply dan trafo stepdown	50
Gambar 4.14 Hasil pengujian dari sensor PZEM-004t pada serial monitor	51
Gambar 4.15 Hasil pengujian driver motor	52
Gambar 4.16 Hasil pengujian LCD	52
Gambar 4.17 Kondisi relay HIGH	53
Gambar 4.18 Pengujian value display	54
Gambar 4.19 Hasil pengujian cloud Storage	55
Gambar 4. 20 indikator kondisi valve	63
Gambar 4. 21 Grafik konsumsi daya sebelum alat di pasang	69
Gambar 4. 22 Grafik konsumsi daya setelah alat di pasang	70

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komponen alat.....	37
Tabel 4. 1 Data pengujian tingkat akurasi pengukuran temperature	56
Tabel 4.2 Data pengujian tingkat akurasi pengukuran tegangan (V1).....	57
Tabel 4. 3 Data pengujian tingkat akurasi pengukuran tegangan (V2).....	58
Tabel 4. 4 Data pengujian tingkat akurasi pengukuran tegangan (V3).....	59
Tabel 4.5 Data pengujian tingkat akurasi pengukuran arus (A1)	60
Tabel 4. 6 Data pengujian tingkat akurasi pengukuran arus (A2)	61
Tabel 4. 7 Data pengujian tingkat akurasi pengukuran arus (A3)	62
Tabel 4. 8 Data pengujian bukaan valve	62
Tabel 4. 9 Data konsumsi daya motor 3 phase sebelum pemasangan alat	63
Tabel 4. 10 Data konsumsi daya motor 3 phase sebelum pemasangan alat	64
Tabel 4. 11 Data konsumsi daya motor 3 phase sebelum pemasangan alat	64
Tabel 4. 12 Data konsumsi daya motor 3 phase sebelum pemasangan alat	65
Tabel 4. 13 Data konsumsi daya motor 3 phase sebelum pemasangan alat	65
Tabel 4. 14 Data konsumsi daya motor 3 phase sesudah pemasangan alat	66
Tabel 4. 15 Data konsumsi daya motor 3 phase sesudah pemasangan alat	66
Tabel 4. 16 Data konsumsi daya motor 3 phase sesudah pemasangan alat	67
Tabel 4. 17 Data konsumsi daya motor 3 phase sesudah pemasangan alat	67
Tabel 4. 18 Data konsumsi daya motor 3 phase sesudah pemasangan alat	68
Tabel 4.19 Data pengujian konsumsi daya	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

AHU (*Air Handling Unit*) merupakan salah satu komponen utama pada AC sentral yang bertugas menangani kondisi udara. AHU berfungsi mendistribusikan air dingin dari chiller dengan media air melalui sirip – sirip AHU yang telah didinginkan di *evaporator*. Pada AHU terdapat motor *blower* yang berfungsi untuk memutar fan blower sehingga menimbulkan hembusan angin yang akan dialirkan ke ruangan melalui *ducting suplay* dan akan dihisap kembali melalui *ducting riten* dan siklusnya terus berulang hingga kondisi temperatur di dalam ruangan menjadi sejuk atau nyaman untuk di tempati [1]. *Air Handling Unit* merupakan sistem yang sangat penting dalam sebuah bangunan, khususnya di hotel Grand Hyatt Bali. Namun, selama pandemi *COVID-19*, penggunaan sistem *Building Management System* (BMS) yang biasanya digunakan untuk mengontrol dan memonitor AHU tidak dapat digunakan secara optimal selama dua tahun. BMS merupakan sistem otomasi yang bertanggung jawab mengendalikan berbagai aspek operasional dalam bangunan, seperti pengaturan suhu, pencahayaan, keamanan, dan manajemen energi. Namun, selama pandemi, penggunaan BMS menjadi tidak optimal karena berkurangnya jumlah tamu yang menginap. Hal ini mengakibatkan munculnya masalah dan eror dalam sistem BMS, terutama terkait dengan komponen AHU HRD dan Purchasing yang dikontrol secara manual menggunakan *time delay*, dimana *time delay* yang digunakan untuk mengontrol hanya mengatur jam dan tidak terdapat pengaturan hari. Sebagai solusinya, penulis merancang sebuah sistem kontrol dan monitoring AHU berbasis IoT yang menggunakan mikrokontroler ESP32.

Sistem IoT yang dirancang menggunakan motor driver L298N untuk mengatur bukaan katup pada *motorized valve* AHU. Kontrol dan monitoring pada sistem ini berbasis suhu dan waktu, dengan sensor Max6675 *Thermocouple Type-K* sebagai input untuk mendeteksi suhu ruangan. Berdasarkan kondisi suhu ruangan, sistem akan mengatur bukaan katup *motorized valve* AHU pada *level* 0%, 50%, atau 100%. Pada hari Senin-Jumat dari jam 06:00-18:00, sistem juga akan mengontrol motor blower 3 *phase* untuk dihidupkan atau dimatikan menggunakan *relay* yang ditempatkan pada rangkaian kontrol motor 3 *phase*. Data dari sensor PZEM004T yang digunakan untuk memonitor motor 3 *phase* akan ditampilkan pada OLED 13 inch sebagai output.

Dengan merancang sistem kontrol dan monitoring AHU berbasis IoT, diharapkan dapat mempermudah pemantauan dan pengendalian sistem AHU serta memastikan bahwa sistem tersebut berjalan dengan baik memenuhi kualitas dan efisien yang diinginkan. Sistem ini juga diharapkan dapat memberikan solusi efektif dan efisien dalam pemecahan masalah yang terjadi pada sistem AHU di Grand Hyatt Bali. Dalam hal ini, penulis mengambil judul "Perancangan Sistem Otomatisasi Kontrol dan Monitoring *Air Handling Unit* Berbasis IoT di Hotel Grand Hyatt Bali" sebagai penyelesaian masalah yang terjadi pada sistem AHU di hotel tersebut. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi pengguna dan pemilik bangunan dalam memastikan kualitas udara yang diinginkan.

1.2 Perumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang muncul dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana cara merancang sebuah sistem kontrol dan *monitoring motor blower* AHU dan *motorized valve* berbasis *Internet of Things* (IoT)?
- b. Bagaimana mengoperasikan *motor blower* AHU dan *motorized valve* berbasis *Internet of Things* (IoT)?
- c. Bagaimana cara menampilkan data berupa nilai arus, tegangan, daya, dan frekuensi ke *device* dan *interface*?
- d. Bagaimana pengaruh sebelum dan sesudah rancang bangun digunakan dalam sistem kontrol dan *monitoring Air Handling Unit* ?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian sesuai dengan judul dan tidak menyimpang dari masalah yang dihadapi, maka perlu ditetapkan batasan masalah. Berikut adalah batasan masalah yang akan diterapkan pada penelitian ini:

- a. Mengontrol *power on* dan *power off* motor 3 *phase* menggunakan *Relay* 5V untuk menyambungkan atau memutuskan tegangan dan arus pada rangkaian kontrol.
- b. Jika terhubung ke *WiFi* atau internet, alat ini dapat beroperasi.
- c. AHU yang di kontrol hanya pada ruangan HRD dan *Purchasing*.
- d. Perancangan sistem ini ditujukan pada fungsi kontrol dan *monitoring* pada sistem AHU berbasis IoT, dan tidak mencakup *monitoring* kerusakan komponen.

- e. Perancangan sistem ini tidak mencakup efektifitas energi, efesiensi energi.
- f. Perancangan sistem ini tidak mencakup penghematan energi.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari uraian latar belakang dan rumusan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, dapat dijelaskan bahwa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dapat merancang alat kontrol dan *monitoring* AHU menggunakan esp32U.
- b. Dapat mengoperasikan alat kontrol dan *monitoring* AHU berbasis IoT.
- c. Dapat menampilkan nilai arus, tegangan, daya, dan frekuensi ke *device dan interface* menggunakan *platform* IoT Thinger.io
- d. Dapat Mengetahui pengaruh efektivitas sistem kontrol dan *monitoring* serta efisiensi kinerja *motor blower* AHU dalam mengontrol temperatur ruangan yang dikondisikan

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat yang dapat diperoleh, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Efisiensi energi pada Sistem kontrol dan *monitoring* akan memastikan bahwa AHU bekerja dengan efisien dan mempertahankan *temperature* yang optimal, sehingga dapat menghemat biaya energi.
- b. Sistem kontrol dan *monitoring* akan memantau kinerja AHU dan memberikan informasi tentang masalah yang mungkin terjadi sehingga mempermudah proses perawatan dan pemeliharaan.
- c. Sistem kontrol dan *monitoring* akan memastikan bahwa AHU bekerja dengan aman dan meminimalkan risiko.
- d. Sistem kontrol dan *monitoring* akan menyediakan rekaman data dan informasi tentang kinerja AHU, yang berguna untuk melakukan analisis dan perencanaan pemeliharaan jangka panjang.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan terhadap alat kontrol dan monitoring *Air Handling Unit* berbasis *Internet of Things*, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini, berhasil dirancang sebuah sistem otomatisasi kontrol dan monitoring *Air Handling Unit* (AHU) berbasis *Internet of Things* (IoT) yang secara efektif menjawab permasalahan yang dihadapi oleh Hotel Grand Hyatt Bali. Solusi ini menjadi alternatif yang tanggap terhadap kendala penggunaan yang terbatas pada sistem yang menggunakan *time delay*.
2. Sistem yang dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk mengontrol motor blower dan motorized valve AHU berdasarkan suhu dan waktu. Motor Driver L298N dan *relay* 5V berhasil diimplementasikan dengan baik. Data suhu, arus, tegangan, frekuensi, dan daya dapat diakses melalui platform IoT Thinger.io, memberikan informasi yang berharga bagi pengguna.
3. Implementasi sistem ini memberikan dampak positif terutama dalam efisiensi penggunaan daya listrik motor 3 *phase*, dengan pengontrolan motor blower berdasarkan jadwal dan suhu, sehingga menjaga kondisi ruangan pada tingkat yang diinginkan. Pengujian perangkat keras dan perangkat lunak telah memberikan hasil yang memadai dan sesuai dengan yang diharapkan.
4. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa solusi kontrol dan monitoring AHU berbasis IoT efektif dalam meningkatkan pengoperasian dan pemeliharaan. Dengan mengatasi permasalahan yang muncul pada sistem AHU di Grand Hyatt Bali, penelitian ini memberikan kontribusi positif yang berpotensi untuk pengembangan lebih lanjut, terutama dalam aspek keamanan dan konektivitas. Perlu dicatat bahwa istilah yang benar adalah "*relay* 5V" dan telah digunakan dengan sukses dalam sistem.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut dari alat kontrol dan monitoring Air Handling Unit berbasis Internet of Things ini adalah:

1. Perhatikan potensi kesalahan manusia, seperti yang terjadi pada kejadian *human error* pada pengujian konsumsi daya listrik motor 3 *phase*. Pertimbangkan untuk mengembangkan mekanisme otomatisasi yang lebih kuat atau peringatan untuk mencegah kesalahan semacam itu.
2. Saran Penempatan Sensor: Tempatkan sensor suhu dan kelembaban di ruangan untuk mendeteksi aktivitas. Jika tidak ada aktivitas, sistem dapat menonaktifkan AHU secara otomatis untuk menghemat energi.
3. Saran Pengendalian Aplikasi: Integrasi aplikasi yang memungkinkan pengguna mengontrol AHU secara manual. Pengguna dapat menghidupkan/mematikan AHU sesuai keinginan melalui aplikasi tanpa perlu mengubah program utama. Dengan demikian, saran-saran ini membantu meningkatkan efisiensi energi dan fleksibilitas pengendalian sistem AHU.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Rachmayanti, “Perhitungan Ulang Sistem Pengkondisian Udara Pada Lantai 3 Mall Di Surabaya,” 2015, [Daring]. Tersedia pada: <https://repository.its.ac.id/72193/>.
- [2] S. Supono, T. Rijanto, dan J. W. Leksono, “Perancangan Sistem Kendali dan Monitoring Tegangan Motor 3 Fasa Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk,” *Indones. J. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 1, hal. 38–45, 2020, doi: 10.26740/inajet.v3n1.p38-45.
- [3] T. Muchtar, S. T. N. Jabir, dan A. Dimas, “Power Monitoring System Design on 3 Phase Electric Motor,” vol. 1, no. 1, hal. 30–39, 2022.
- [4] I. P. Gede *et al.*, “Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology menggunakan ESP-32 untuk mengendalikan motor DC pada motorized valve,” vol. 3, hal. 99–103, 2022.
- [5] Fitri Puspasari, Trias Prima Satya, Unan Yusmaniar Oktiawati, Imam Fahrurrozi, dan Hristina Prisyanti, “Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar,” *J. Fis. dan Apl.*, vol. 40, no. 45, hal. 33, 2020.
- [6] P. Irawan, H. Sumarna, dan Kartini, “Perencanaan Air Handling Unit (Ahu) Pada Gedung Serbaguna Desa Lumpatan I,” *Petra*, vol. 6, no. 2, hal. 43–52, 2019.
- [7] M. Sholihah, A. A. Melkias, dan K. Kunci, “Analisi Pengaturan Kelembaban Pada Air Handling Unit Area Produksi Vaksin Sinovac PT . Biofarma,” vol. 11, no. November, hal. 20–24, 2022.
- [8] U. Ruang, P. Obat, dan D. I. Pt, “Perancangan sistem tata udara ruang bersih kelas b untuk ruang produksi obat di pt.x,” vol. 15, 2020.
- [9] K. Metty, T. Negara, dan H. Wijaksana, “Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik padaSistem Water Chiller dengan Penerapan Metode Cooled Energy Storage,” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 4, no. 1, hal. 43–50, 2012.
- [10] M. T. Dr. SUKAMTA, S.T., “Sistem Tata Udara (AC) Pada Bangunan Gedung,” *Sukamta*, hal. 21, 2015, [Daring]. Tersedia pada: http://sukamta.staff.ums.ac.id/files/2015/04/04_-sistem-tata-udara-AC-Pada-bangunan-Gedung-2015.pdf.
- [11] *Ir. Cahyono Heri Prasetyo, MT. .*
- [12] Prasetyo, “Perancangan Sistem Ducting Pada Gedung Perkantoran X Depok,” 2019.
- [13] F. Susanto, N. Komang Prasiani, dan P. Darmawan, “Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari,” *J. IMAGINE*, vol. 2, no. 1, hal. 2776–9836, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>.
- [14] M. Nizam, H. Yuana, dan Z. Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, hal. 767–772, 2022.
- [15] R. Chen, W. Zhai, dan Y. Qi, “Mechanism and technique of friction control by

- applying electric voltage. (II) Effects of applied voltage on friction,” *Mocaxue Xuebao/Tribology*, vol. 16, no. 3, hal. 235–238, 1996.
- [16] F. N. Habibi, S. Setiawidayat, dan M. Mukhsim, “Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Elektro Terap.*, vol. 1, no. 1, hal. 157–162, 2017.
 - [17] R. Septiana, I. Roihan, dan J. Karnadi, “Calibration of K-Type Thermocouple and MAX6675 Module With Reference DS18B20 Thermistor Based on Arduino DAQ,” *Pros. SNTTM XVIII*, hal. 9–10, 2019.
 - [18] M. I. Hakiki, U. Darusalam, dan N. D. Nathasia, “Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, hal. 150, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.
 - [19] W. K. Raharja dan R. Ramadhon, “Purwarupa Alat Pendeteksi Kebakaran Jarak Jauh Menggunakan Platform Thinger.io,” *J. Elektro Luceat*, vol. 7, no. 2, hal. 188–206, 2021.
 - [20] P. D. Cristy, “Peningkatan Kompetensi Dasar Perancangan Desain Pcb Berbantuan Software Eagle Dengan Metode Project Based Learning,” *E-Journal Univ. Negeri Yogyakarta*, vol. 7, no. 2, hal. 51–59, 2017.
 - [21] P. Elektronik, “dia penghubung Modul Bluetooth.,” vol. 2, no. 2, hal. 121–127, 2021.
 - [22] R. F. Ahmad, R. P. Yefta, dan Endarko, “Karakteristik Dioda (E9),” *J. Elektron. Dasar Ii*, vol. 1114100089, hal. 1–5, 2016.
 - [23] L. B. Setyawan, “Prinsip Kerja dan Teknologi OLED,” *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 16, no. 02, hal. 121–132, 2017, doi: 10.31358/techne.v16i02.165.
 - [24] M. I. Al Afgani, “Rancang bangun trainer trafo step up dan step down dalam satu sistem Dyah Riandadari,” *Jrm*, vol. 5, hal. 73–77, 2018.
 - [25] J. D. Gibson, D. Porter, dan W. Goble, “Automation and control of the MMT thermal system,” *Softw. Cyberinfrastructure Astron. IV*, vol. 9913, hal. 99131K, 2016, doi: 10.1117/12.2231062.
 - [26] Teco E-Motion, “TECO Motor Technical Catalogue 2014,” 2014.
 - [27] M. Huda, P. Studi, T. Elektro, F. T. Industri, U. Islam, dan S. Agung, “Analysis of Electric Energy Consumption on Induction Motors in Production Water Treatment Installation Ii Company Regional Drinking Water (Perumda) Semarang City L,” 2021.
 - [28] A. Muchayan, “Perbandingan Mean Average Percentage Error Pada Peramalan Pergerakan Harga Reksa Dana Menggunakan Metode Holt Dan Brown’S Double Exponential Smoothing,” *e-NARODROID*, vol. 6, no. 1, hal. 8–13, 2020, doi: 10.31090/narodroid.v6i1.1068.