



Journal of Airport Technology

Rancang Bangun Kontrol dan Monitoring *Air Handling Unit* (AHU) Berbasis *Internet of Things* (IoT) di Bandar Udara Komodo Labuan Bajo

Design And Monitoring Of Internet Of Things (Iot)-Based Air Handling Unit (Ahu) Control And Monitoring At Komodo Airport Labuan Bajo

Dzikri^{1*} Suhanto^{2*} Rusman^{3*}
zikrisrg2@gmail.com,

Politeknik Penerbangan Makassar

ABSTRAK

Terjadi peningkatan temperature suhu di gedung terminal. Dilakukan pengecekan kondisi fisik serta instalasi kontrol pada *Air Handling Unit* (AHU). Ditemukan kondisi AHU dalam kondisi off karena terjadi pemadaman kelistrikan dari PLN. Pada saat ini, sistem kontrol yang terdapat pada panel kontrol AHU York tidak memiliki sistem yang dapat menghidupkan kembali sistem AHU apabila suplai listrik terputus dan tersambung kembali. AHU juga dilengkapi dengan sistem kontrol dan monitoring yang memungkinkan pengguna untuk mengatur pengoperasian AHU sesuai dengan kebutuhan. Metode perancangan yang digunakan ialah metode *waterfall*. Teknik pengujian menggunakan metode *black box* untuk menguji fungsionalitas *hardware* dan *software* dan memastikan bahwa peralatan dapat beroperasi dengan baik. Hasil dari penelitian ini adalah pembuatan rancangan menggunakan perangkat keras (*hardware*) NodeMCU ESP 8266, *Relay 2 Channel*, *Catu Daya 5VDC* dan menggunakan perangkat lunak (*software*) yang terdiri dari aplikasi *Arduino IDE* dan website *Thinger.io* untuk merancang kontrol dan monitoring *Air Handling Unit* (AHU) berbasis *Internet of Things* (IoT).

Kata Kunci : *Air Handling Unit* (AHU), *Internet of Things* (IoT), *Arduino IDE*, *Thinger.io*, NodeMCU ESP 8266, Bandara Komodo Labuan Bajo.

ABSTRACT

There is an increase in temperature in the terminal building. Physical condition checks and control installations on the Air Handling Unit (AHU) were carried out. It was found that the AHU condition was off due to a power outage from PLN. At this time, the control system contained in the York AHU control panel does not have a system that can restart the AHU system if the power supply is cut off and reconnected. The AHU is also equipped with a control and monitoring system that allows users to adjust the operation of the AHU according to needs. The design method used is the waterfall method. The testing technique uses the black box method to test the functionality of hardware and software and ensure that the equipment can operate properly. The result of this study is the creation of a design using NodeMCU ESP8266 hardware, 2 Channel Relay, 5VDC Power Supply and using software consisting of the Arduino IDE application and Thinger.io website to design Internet of Things (IoT)-based Air Handling Unit (AHU) control and monitoring.

Keywords: Air Handling Unit (AHU), Internet of Things (IoT), Arduino IDE, NodeMCU ESP 8266, Thinger.io, Komodo Labuan Bajo Airport.

1. PENDAHULUAN

Fasilitas Bandar Udara adalah semua fasilitas yang dipergunakan untuk keperluan operasional bandar udara dan penerbangan yang terdiri dari prasarana, peralatan, dan utilitas bandar udara. Salah satu peralatan mekanikal bandar udara ialah *Air Conditioning System* yang berfungsi untuk mengatur suhu udara sekaligus kelembabannya, bekerja dengan menyerap panas pada ruangan dan mensirkulasi udara dalam ruangan tersebut. Menurut Handoko (2008), *Air Conditioning System* adalah unit pendingin utama menggunakan *Water Chiller* dan *Water Cooled*. Unit *Water Chiller* beroperasi dengan menggunakan “*Primary Refrigerant*” berupa refrigerant R123 pada unit *Chiller* & R134A pada unit *Cooled* yang nantinya akan mendinginkan “*Secondary Refrigerant*” berupa air. Air yang sudah dingin akan disirkulasikan oleh *Chilled Water Pump* ke *Air Handling Unit* dan *Fan Coil Unit*.

Pada tanggal 18 Desember 2022, teknisi mekanikal menerima laporan bahwa terjadi peningkatan temperature suhu di gedung terminal penumpang. Setelah menerima laporan tersebut, teknisi mekanikal melakukan pengecekan kondisi fisik serta instalasi kontrol pada Air Handling Unit (AHU). Ditemukan kondisi AHU dalam kondisi off karena terjadi pemadaman kelistrikan dari pihak PLN.

Adapun beberapa sitasi penelitian terdahulu yang relevan, yaitu: Sukandar Sawidin, Yoice R Putung, Anthoinete PY Waroh, Tracy Marsela, Yeheskiel H. Sorongan, dan Christi Putri Asa (2021), dalam penelitiannya yang berjudul *Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan Web Thinger.io Berbasis Internet of Things*. Penelitian tersebut membahas tentang prototype sistem kontrol dan monitoring smart home dengan mikrokontroler Arduino Mega dan NodeMCU ESP8266 menggunakan aplikasi Web Thinger.io berbasis *Internet Of Things* (IoT). Muhammad Fahri, KGS. M. Ismail, dan Oka Fatra (2021), dalam penelitiannya yang berjudul *Rancangan Sistem Otomatis Start dan Monitoring Air Handling Unit Terminal 2 Bandar Udara Internasional Soekarno – Hatta*. Penelitian tersebut membahas tentang koneksi antar PLC dan PC menggunakan wifi, dimana fungsi monitoring ketika pengoperasian unit AHU akan ditampilkan pada monitor dan fungsi kontrol pengoperasian unit AHU dapat dilakukan dari jarak jauh, serta dilengkapi dengan sistem otomatis start yaitu, ketika suplai listrik terputus dan tersambung kembali, AHU dapat langsung beroperasi tanpa mengaktifkannya secara manual. Pada penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa memiliki persamaan dan perbedaan terhadap

rancangan yang akan dibuat oleh peneliti. Persamaan terletak pada objek pengontrolan yakni terhadap peralatan mekanikal *Air Handling Unit*.

2. LANDASAN TEORI

Air Conditioning System

Air Conditioning System adalah sistem pendingin udara yaitu alat mengatur suhu udara sekaligus kelembabannya, bekerja dengan menyerap panas pada ruangan dan mensirkulasi udara dalam ruangan tersebut. *Air conditioning system* atau disebut dengan sistem pendingin atau refrigerasi. Refrigerasi adalah usaha untuk mempertahankan suhu rendah, yaitu suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperature dan kelembaban yang telah ditentukan. Pada dasarnya *Air Conditioning System* merupakan unit pendinginan udara yang besar. Udara yang telah didinginkan tersebut selanjutnya didistribusikan ke berbagai ruangan.

SISTEM KONTROL

Sistem kontrol atau sistem kendali adalah kumpulan dari beberapa komponen yang terhubung satu sama lainnya, sehingga membentuk suatu tujuan tertentu yaitu mengendalikan atau mengatur suatu sistem. Sistem kontrol dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu sistem kontrol *loop* terbuka dan sistem kontrol *loop* tertutup (Ogata 1997).

SISTEM MONITORING

System monitoring menurut Sulasno dan Rakhmat (2020), pemantauan adalah proses pengumpulan data serta melakukan analisis terhadap pemakaian sumber daya komputer terbatas seperti memori penyimpanan, central processing unit, random access memory, graphic card Virtual RAM, dan berbagai sumber daya komputer lainnya. Proses pemantauan diperlukan untuk menganalisa apakah sumber daya komputer masih cukup layak untuk digunakan atau memerlukan penambahan kapasitas.

INTERNET OF THINGS

Internet of Things atau yang biasa disingkat IoT adalah suatu sistem dimana suatu objek atau benda terhubung & terintegrasinya perangkat satu dengan yang lainnya. Internet merupakan jaringan penghubung antar perangkat sehingga dapat terintegrasi. Hasil dari integrasi perangkat tersebut menghasilkan kode atau data yang dapat diidentifikasi. Dari identifikasi kode dan data tersebut dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan manusia.

THINGER.IO

Thinger.io adalah platform *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan dan mengelola perangkat IoT mereka dengan mudah. Platform ini menyediakan berbagai fitur dan layanan yang memungkinkan pengguna untuk memantau, mengontrol, dan menganalisis data dari perangkat IoT mereka. Beberapa fitur dari Thinger.io antara lain: Konektivitas: Platform ini mendukung berbagai protokol komunikasi seperti *WiFi*, Ethernet, Bluetooth, dan MQTT. Hal ini memungkinkan perangkat IoT untuk terhubung dengan jaringan dan mengirimkan data ke platform Thinger.io. Dasbor dan Visualisasi Data: Thinger.io menyediakan dasbor dan antarmuka yang mudah digunakan untuk memantau dan menganalisis data yang dikirimkan oleh perangkat IoT. Pengguna dapat membuat tampilan

kustom, grafik, dan papan kontrol untuk menampilkan data secara real-time. Pengaturan Perangkat: Platform ini memungkinkan pengguna untuk mengkonfigurasi dan mengontrol perangkat IoT mereka dengan mudah. Pengguna dapat mengatur parameter, mengaktifkan alarm, dan mengatur waktu penjadwalan. Integrasi Aplikasi: Thinger.io menyediakan API yang memungkinkan integrasi dengan aplikasi dan layanan lainnya seperti Google Sheets, Slack, dan Telegram. Hal ini memungkinkan pengguna untuk menerima notifikasi dan mengirimkan data ke platform lainnya.

NodeMCU ESP 8266

Menurut Kusuma (2022:10) NodeMCU adalah sebuah *platform IoT* yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266. dari ESP8266 buatan *Espressif System*, *firmware* yang digunakan menggunakan bahasa pemrograman *scripting Lua*. Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada *firmware* yang digunakan dari pada perangkat keras development kit NodeMCU bisa dianalogikan sebagai *board* arduino-nya ESP8266.

MODUL RELAY

Menurut Buku Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan 1 (2020:192), *Relay* merupakan komponen kelistrikan yang bekerja mirip dengan saklar, namun bekerja secara otomatis. *Relay* merupakan peralatan listrik yang membuka dan menutup pada sirkuit kelistrikan berdasarkan penerimaan sinyal tegangan. Modul *relay* adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi *On* ke *Off* atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik.

SENSOR PZEM-004T

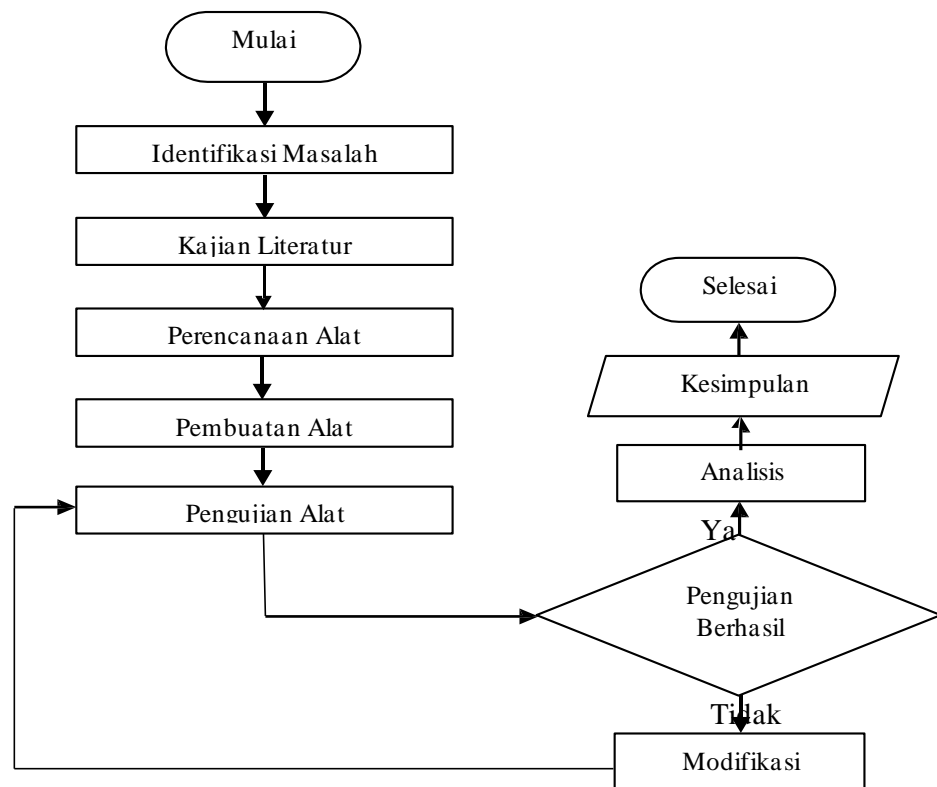
PZEM-004T adalah hardware yang berfungsi untuk mengukur parameter dari tegangan, arus, daya aktif, dan konsumsi daya. Modul ini juga melayani semua persyaratan dasar pengukuran PZEM-004T ini sebagai papan terpisah. Dimensi fisik papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul PZEM-004T dibundel dengan kumparan transformator arus berdiameter 33 mm. Pengkabelan dari modul ini memiliki 2 bagian, yaitu pengkabelan terminal masukan tegangan dan arus, serta pengkabelan komunikasi serial.

ARDUINO IDE

Untuk memprogram mikrokontroler, dibutuhkan aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino. Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* mikrokontroler (*source code* arduino disebut dengan istilah "*sketches*"). *Sketch* merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diupload kedalam IC Mikrokontroler

3. METODE PENELITIAN

Desain penelitian merupakan rancangan penelitian yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan proses penelitian. Desain penelitian memuat proses- proses dari persiapan perancangan dan pembuatan rancangan hingga diperoleh pencapaian hasil penelitian. Berikut diagram desain penelitian.



Gambar 1. 1 Diagram Alur Desain Penelitian

Metode pelaksanaan dalam penelitian ini secara umum dibagi menjadi tujuh tahapan sebagai berikut :

- a. Tahap 1 : Identifikasi Masalah
Pada tahap ini dilakukan penelitian terkait masalah yang terjadi berkaitan terhadap Unit Mekanikal Bandar Udara Komodo Labuan Bajo.
- b. Tahap 2 : Kajian Literatur
Setelah diperoleh permasalahan yang terjadi pada kontrol *Air Handling Unit*, maka dilakukan kajian literatur dengan melakukan riset terhadap komponen- komponen yang nanti digunakan pada alat yang akan dirancang.
- c. Tahap 3 : Perancangan Alat
Pada tahap ini yakni mendesain alat yang dibutuhkan untuk menjadi solusi dari permasalahan yang teridentifikasi. Pada tahap ini akan ditentukan komponen- komponen alat beserta pendukung lainnya.
- d. Tahap 4 : Pembuatan Alat

Pada tahap ini akan dilakukan perakitan komponen-komponen perangkat keras pada alat.

e. Tahap 5 : Pengujian Alat

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian alat tersebut apakah berhasil atau tidak. Jika berhasil maka dilakukan tahap selanjutnya, namun bila tidak maka dilakukan modifikasi kemudian alat akan diuji kembali.

f. Tahap 6 : Analisis

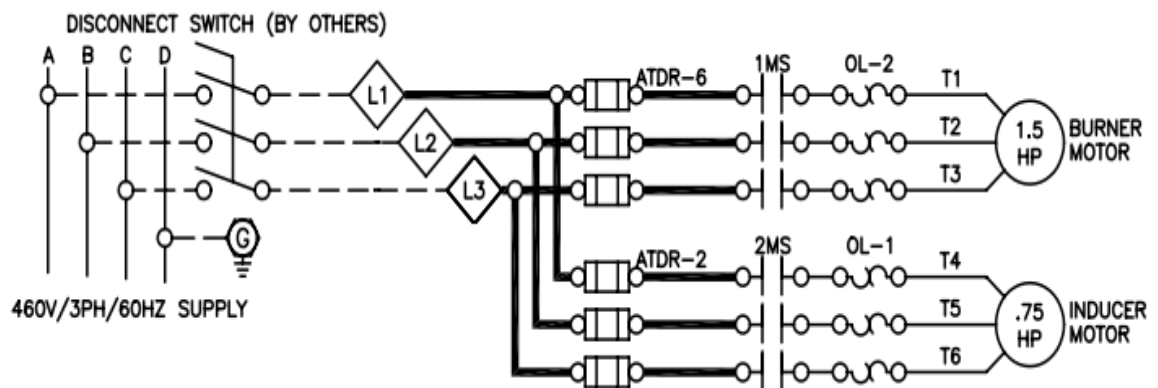
Pada tahap ini akan dilakukan analisa terhadap data yang diperoleh dari hasil pengujian alat.

g. Tahap 7 : Kesimpulan

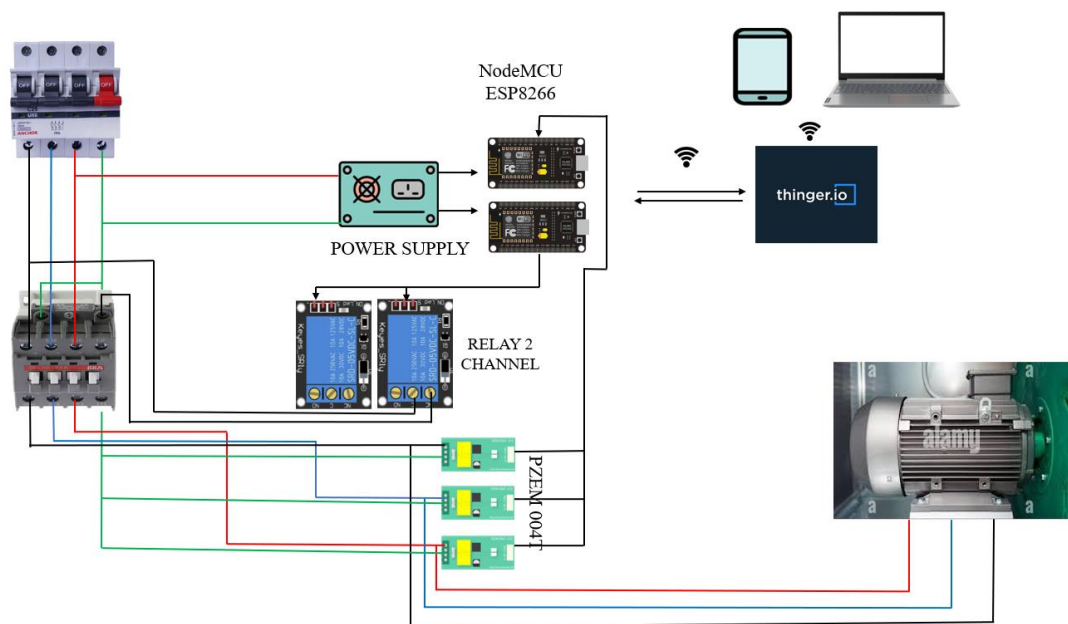
Pada tahap ini akan ditarik kesimpulan apakah peralatan yang didesain dapat menyelesaikan permasalahan yang sebelumnya telah diidentifikasi.

Perancangan Alat

Rancangan alat ini akan diimplementasikan pada Panel Kontrol *Air Handling Unit* di Bandar Udara Komodo Labuan Bajo. Jumlah *Air Handling Unit* yang dioperasikan di Bandar Udara Komodo Labuan Bajo sebanyak 6 unit *Air Handling Unit*. *Output* dari rancangan ini akan disambung menuju port coil kontrol kontaktor pada wiring kontrol dan wiring daya pada salah satu *Air Handling Unit* di Bandar Udara Komodo Labuan Bajo.



Gambar 1. 2 Wiring Diagram Air Handling Unit

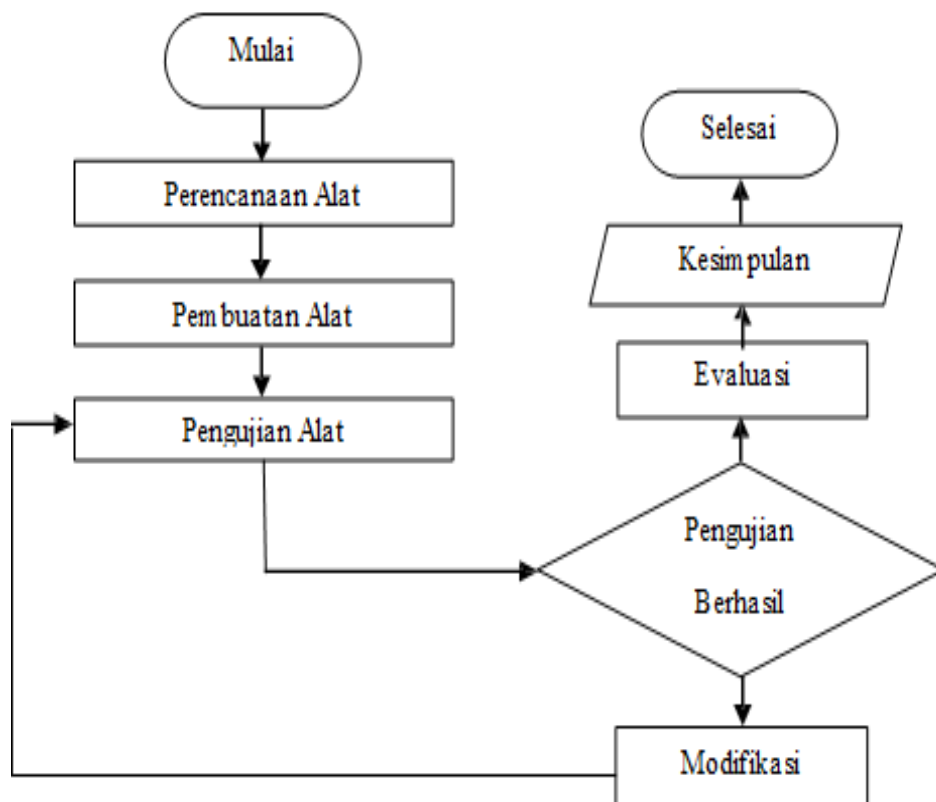


Gambar 1. 3 Wiring Rancangan Alat

4. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan yang terdiri dari beberapa tahapan dimulai dari perakitan komponen dan pengujian secara keseluruhan. Pengujian secara keseluruhan terhadap rancangan ini berguna untuk mengetahui bagaimana kinerja dan tingkat keberhasilan dari rancangan tersebut. Dari hasil pengujian rancangan, maka dapat dianalisis cara kerja dari tiap-tiap komponen yang saling terkoneksi membentuk rancangan Kontrol dan Monitoring *Air Handling Unit* (AHU) berbasis *Internet of Things* (Iot).

Dalam perancangan rancang bangun kontrol dan monitoring *Air Handling Unit* (AHU) berbasis *Internet Of Things* (Iot) di Bandar Udara Komodo Labuan Bajo dibutuhkan perangkat lunak dan perangkat keras. Perangkat lunak yang dibutuhkan yaitu Arduino IDE dan Google Chrome. Adapun perangkat keras yang dibutuhkan yaitu catu daya 5 VDC (USB), NodeMCU ESP 8266, *relay 2 channel*, Sensor PZEM-004T, Kontaktor 3 Pole, dan Fan sebagai objek dari *Air Handling Unit* (AHU).



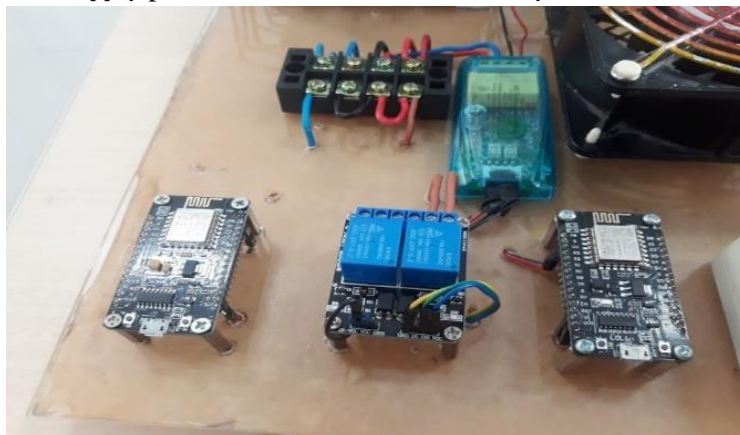
Gambar 1. 4 Flowchart Rancangan Alat

5. PEMBAHASAN PENELITIAN

Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

1. Catu Daya 5VDC (USB)

Pengujian Catu Daya 5VDC bertujuan untuk mengetahui keluaran dari catu daya untuk menyuplai NodeMCU ESP 8266, *Relay 2 Channel*, PZEM-004T. Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat dibuktikan bahwa catu daya 5VDC dapat memberikan *supply* pada NodeMCU ESP 8266, *Relay 2 Channel*, PZEM-004T.



Gambar 1. 5 Pengujian Catu Daya 5 VDC

2. NodeMCU ESP 8266

Pengujian NodeMCU ESP 8266 bertujuan untuk mengetahui pengiriman data melalui *software* Arduino dan website Thinger.io. Dari hasil pengujian, dapat dibuktikan bahwa NodeMCU ESP 8266 dapat melakukan pengiriman data melalui *wi-fi*. Basis Data yang terbaca oleh NodeMCU ESP 8266 dapat dilihat melalui website Thinger.io dan aplikasi Arduino pada Serial Monitor.

Tabel 1. 1 Hasil Pengujian NodeMCU ESP 8266

No.	Jaringan Wi-Fi	Pengiriman Basis Data	Indikator LED	Keterangan	Pengujian
1.	Tersedia	Terkirim	Menyala dan berkedip	NodeMCU Menerima Wi-Fi	Valid
2.	Tidak Tersedia	Tidak Terkirim	Tidak Menyala dan tidak berkedip	NodeMCU Tidak Menerima Wi-Fi	Valid
3.	Tersedia	Tidak Terkirim	Menyala dan tidak berkedip	NodeMCU Menerima Wi-Fi	Tidak Valid

3. Relay 2 Channel

Pengujian *Relay* ini bertujuan untuk mengetahui tindakan dan kondisi pada *relay* hingga sesuai dengan yang di harapkan. Dalam pemasangannya posisi *common relay* terhubung pada NC (*Normally Closed*).

Tabel 1. 1 Hasil Pengujian Relay 2 Channel

No.	Relay	Kondisi Coil	Posisi Relay	Keterangan	Pengujian
1.	Relay 1	HIGH	NO (Buka)	Relay 1 Putus	Valid
		LOW	NC (Tutup)	Relay 1 Hubung	Valid
2.	Relay 2	HIGH	NO (Buka)	Relay 2 Putus	Valid
		LOW	NC (Tutup)	Relay 2 Hubung	Valid
3.	Relay 1	HIGH	NO (Buka)	Relay 1 Hubung	Tidak Valid

		LOW	NC (Tutup)	Relay 1 Putus	Tidak Valid
4.	Relay 2	HIGH	NO (Buka)	Relay 2 Putus	Tidak Valid
		LOW	NC (Tutup)	Relay 2 Putus	Tidak Valid

6. Senor PZEM-004T

Pengujian pembacaan Sensor PZEM-004T merupakan pengujian yang paling utama dalam dibandingkan dengan pengujian parameter lain dalam proses pembuatan rancang bangun ini. Pengujian ini melibatkan beberapa pembacaan variabel terukur, yaitu : variabel tegangan, frekuensi, arus, daya, dan nilai $\cos \phi$. Pengujian ini dilakukan dengan kondisi beban yang berbeda sehingga data yang terukur lebih variatif, yang kemudian data tersebut akan dibandingkan langsung dengan alat ukur Digital Clamp Meter TS-202.



Gambar 1.6 Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T

1. Tegangan 220 VAC

Tabel 1. 2 Hasil Pengujian Tegangan

NO.	Beban	Nilai Tegangan Acuan	Tegangan Pada Alat Ukur	Tegangan Pada Mockup
1	Fan Mini	220 VAC	223.9 VAC	223.6 VAC
2	Charger Laptop		224.3 VAC	224.4 VAC
3	Charger HP		224.6 VAC	224.5 VAC

2. Frekuensi

Tabel 1. 3 Hasil Pengujian Frekuensi

NO.	Beban	Nilai Frekuensi Acuan	Frekuensi Pada Alat Ukur	Frekuensi Pada Mockup
1	Fan Mini	50 Hz	49.92 Hz	50 Hz
2	Charger Laptop		50.1 Hz	49.9 Hz
3	Charger HP		50 Hz	50.2 Hz

3. Daya

Tabel 1. 4 Hasil Pengujian Daya

NO.	Beban	Nilai Daya ($P = V.I.Cos \varphi$)	Nilai $Cos \varphi$	Daya Pada Mockup
1	Fan Mini	20.68 Watt	0.72	20.70 Watt
2	Charger Laptop	51.55 Watt	0.8	51.59 Watt
3	Charger HP	20.39 Watt	0.78	20.50 Watt

4. Kuat Arus

Tabel 1. 5 Hasil Pengujian Arus

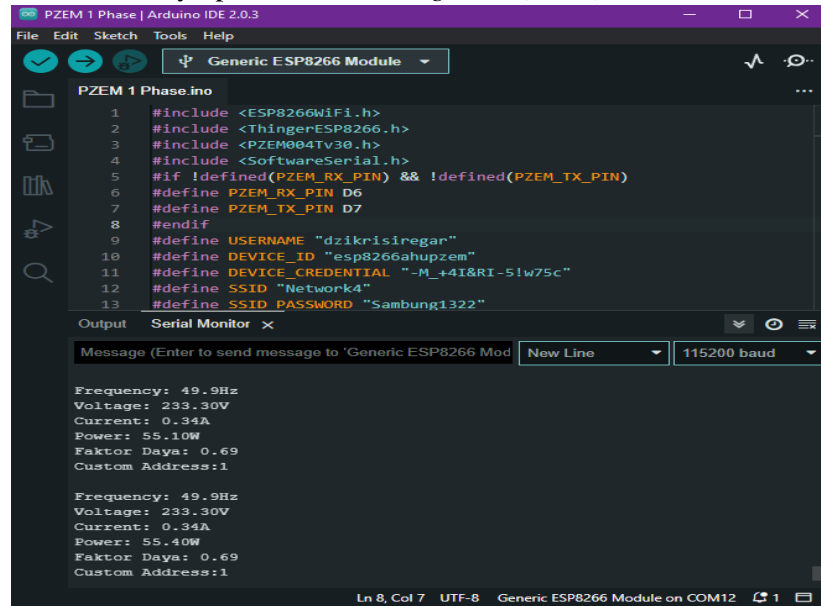
NO.	Beban	Arus Pada Alat Ukur	Arus Pada Mockup
1	Fan Mini	0.13 A	0.126 A
2	Charger Laptop	0.17 A	0.169 A
3	Charger HP	0.04 A	0.03 A

Pengujian Perangkat Lunak (*Software*)

1. Arduino IDE

Arduino IDE ini adalah software yang digunakan untuk memprogram di mikrokontroler NodeMCU ESP8266, Arduino IDE ini digunakan untuk membuat *sketch* pemrograman atau dengan kata lain, arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, mengupload ke board yang ditentukan, dan coding program

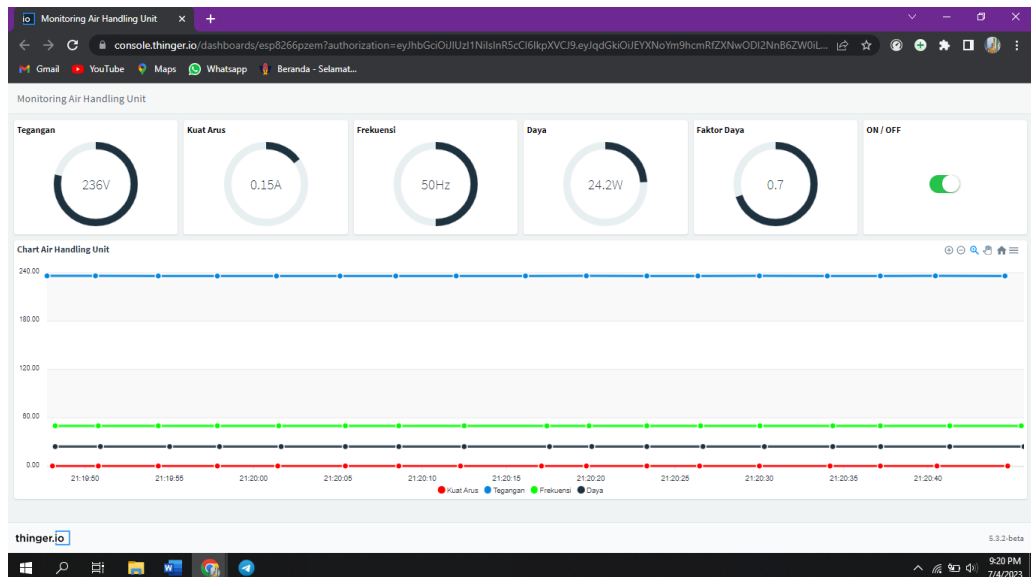
untuk sensor PZEM-004T untuk memonitoring arus, daya, frekuensi, tegangan, dan nilai factor daya pada *Air Handling Unit* (AHU).



Gambar 1.7 Pengujian Software Arduino IDE

2. Website Thinger.io

Thinger.io adalah *Cloud IoT Platform* yang menyediakan setiap alat yang dibutuhkan untuk membuat prototipe, menskalakan, dan mengelola perangkat yang terhubung dengan cara yang sederhana.



Gambar 1.8 Pengujian Software Thinger.io

7. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian mengenai rancangan kontrol dan monitoring *Air Handling Unit* (AHU) berbasis *Internet of Things* (IoT) di Bandar Udara Komodo Labuan Bajo, maka peneliti dapat mengambil beberapa kesimpulan diantaranya yaitu :

- a. Rancangan kontrol dan monitoring *Air Handling Unit* (AHU) berbasis *Internet of Things* (IoT) berguna untuk mengontrol *Air Handling Unit* (AHU) secara jarak jauh dan dapat memonitoring *Air Handling Unit* (AHU) secara *realtime*.
- b. Rancangan kontrol dan monitoring *Air Handling Unit* (AHU) berbasis *Internet of Things* (IoT) ini akan memudahkan teknisi mekanikal bandara pada saat terjadi gangguan kelistrikan.

Dari penelitian yang diangkat mengenai mengenai rancangan kontrol dan monitoring *Air Handling Unit* (AHU) berbasis *Internet of Things* (IoT) di Bandar Udara Komodo Labuan Bajo,peneliti memberikan beberapa saran yaitu sebagai berikut :

- a. Pengujian rancangan kontrol dan monitoring ini sebaiknya dilakukan langsung pada peralatan *Air Handling Unit* (AHU) untuk membuktikan tingkat keberhasilan rancangan.
- b. Rancangan ini hanya dapat mengontrol dan memonitoring 1 *Air Handling Unit* (AHU) karena menyesuaikan dengan *wiring diagram* kontrol , sehingga diperlukan pengembangan dimasa yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan penting dalam membimbing selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, terutama kepada : Orang tua yang selalu mendoakan dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir, Bapak Saptandri Widiyanto, S.H., DESS, DESM. Selaku Direktur Politeknik Penerbangan Makassar. Bapak Dr. Bambang Driyono, S.Si.T., S.T., M.M. Selaku Ketua Program Studi Teknologi Bandar Udara di Politeknik Penerbangan Makassar. Bapak Dr. Suhanto, S.Kom., M.M. Selaku Pembimbing I dalam Penulisan Tugas Akhir. Bapak Rusman, S.Si.T., M.T. Selaku Pembimbing II dalam Penulisan Tugas Akhir, Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Program Studi Diploma 3 Teknologi Bandar Udara Politeknik Penerbangan Makassar, dan seluruh rekan-rekan sejawat Taruna Teknologi Bandar Udara Angkatan IX yang selalu memberi semangat, dan mengisi hari-hari penulis selama menempuh pendidikan di Politeknik Penerbangan Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- Efendi, M. Y., & Chandra, J. E. (2019). Implementasi Internet of Things Pada Sistem Tenaga. *Global Journal of Computer Science and Technology*, 19(1), 532–538.
- Fahri, M., ISMAIL, K., & Fatra, O. (2021). Rancangan Sistem Otomatis Start dan Monitoring Air Handling Unit Terminal 2 Bandar Udara Internasional Soekarno - Hatta. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 14(01), 08–19.
- Hidayat, T. (2019). Rancang Bangun Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 8(2), 87–92.
- Irawan, P., Sumarna, H., & Kartini. (2019). Perencanaan Air Handling Unit (Ahu) Pada Gedung Serbaguna Desa Lumpatan I. *Petra*, 6(2), 43–52.
- Kemhub. (2015). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia. *Menteri Kesehatan Republik Indonesia Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Nomor 65(879)*, 2004–2006.
- Lembaran, T., Republik, N., Kepada, P., & Jenderal, D. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 77 Tahun 2015 Tentang Standarisasi Dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara*.
- Mambang. (2021). *Buku Ajar Teknologi Komunikasi Internet (Internet of Things)* (Issue April).
- Mukhlisin, A. A., Suhanto, S., & Moonlight, L. S. (2019). Rancang Bangun Kontrol Dan Monitoring Baterai Uninterruptible Power Supply (Ups) Menggunakan Energi Hybrid Dengan Konsep Internet Of Thing (IOT).
- Perhubungan, M., & Indonesia, R. (2017). PM 83 Tahun 2017 tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 tentang Bandar Udara. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia, Nomor 65(879)*, 2004–2006.

Prasetyo, M. A., & Wardana, H. K. (2021). Rancang Bangun Monitoring Solar Tracking System Menggunakan Arduino dan Nodemcu Esp 8266 BerbasisIoT.

RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer), 4(2), 163.

Sawidin, S., Putung, Y. R., Waroh, A. P., Marsela, T., Sorongan, Y. H., Asa, C. P., Teknik, J., Politeknik, E., Manado, N., & 95252, M. (2021). Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan Web Thinger.io Berbasis IoT.

Surya antara, Made adi, & Suteja, W. A. (2021). Analisis Arus, Tegangan, Daya, Energi, Dan Biaya Pada Sensor Pzem-004T Berbasis Nodemcu Esp8266. In *Patria Artha Technological Journal* (Vol. 5, Issue 1, pp. 76–84).

View of Analisis Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things pada Rancang Bangun Weather Stasion di Politeknik Negeri Jakarta.pdf. (n.d.).