

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sektor bangunan adalah salah satu konsumen energi terbesar yang menggunakan 34,1% dari total energi akhir global (Roumi et al, 2023). Sektor bangunan memiliki pangsa utama konsumsi energi primer serta sektor bangunan pun menduduki emisi gas rumah kaca di seluruh dunia (Vaisi et al, 2023). Energi listrik merupakan jenis energi primer yang sangat dibutuhkan oleh manusia, dikarenakan manusia menggunakan hampir seluruh peralatan yang sebagian besar memakai listrik. Tahun 2025 mendatang, Indonesia mempunyai target penghematan energi sebesar 17%. Hal tersebut didasari pada PP 79 tentang Kebijakan Energi Nasional dan Peraturan Presiden No. 22 tahun 2017 tentang RUEN. Penghematan energi ini terjadi di semua sektor, termasuk subsektor bangunan.

Monitoring merupakan salah satu cara untuk melakukan penghematan energi pada bangunan. Hal tersebut telah dibuktikan melalui penelitian yang dilakukan oleh Despa, Dikpride. dkk. dengan judul “Monitoring dan Manajemen Energi Listrik Gedung Laboratorium Berbasis *Internet Of Things* (IoT)” bahwa manajemen energi yang dilakukan dengan menerapkan Standar Operasional Prosedur penggunaan energi listrik di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro dapat menghemat konsumsi energi sebesar 310,073KWh. Monitoring energi listrik secara umum menggunakan KWh meter pascabayar dan KWh meter Prabayar yang hanya memiliki fungsi menampilkan jumlah energi yang digunakan dengan satuan KWh. Namun, manajemen konsumsi energi listrik pada bangunan tidak cukup menggunakan KWh meter saja, karena informasi besaran daya listrik yang digunakan hanya diberikan secara *real-time* dan tidak terekam secara berkala.

Penting bagi pemilik dan pengguna bangunan untuk memonitoring jumlah energi yang dikonsumsi secara langsung, karena dapat menghemat konsumsi energi yang digunakan. Konsumsi energi pada suatu bangunan dapat mengalami peningkatan dan penurunan, hal tersebut dipengaruhi oleh perubahan pola diantaranya okupasi dan iklim. Hal tersebut didasari oleh Laporan *Benchmarking*

Specific Energi Consumption di Bangunan Komersial oleh Balai Besar Teknologi Konversi Energi B2TKE-BPPT. Jumlah okupasi dari bangunan dapat mempengaruhi peningkatan dan penurunan konsumsi energi, seperti bangunan pusat perbelanjaan dan gedung pembelajaran. Bangunan pusat perbelanjaan maupun gedung pembelajaran dapat mengalami peningkatan konsumsi energi yang diakibatkan oleh penggunaan peralatan yang menggunakan energi listrik. Semakin banyak jumlah okupasi pasti semakin meningkat juga konsumsi energinya, seperti tenant-tenant yang ada pada pusat perbelanjaan. Bangunan yang berlokasi di iklim dingin dengan pengaruh suhu $<10^{\circ}\text{C}$ tidak mengalami peningkatan konsumsi energi dikarenakan faktor eksternal dengan beban pendinginan tidak terlalu besar. Sedangkan bangunan yang berlokasi di iklim tropis dengan suhu $>18^{\circ}\text{C}$ akan mengalami peningkatan konsumsi energi dikarenakan faktor eksternal dengan beban pendinginan cukup besar.

Semakin pesatnya perkembangan teknologi banyak manfaat besar bagi kehidupan manusia, seperti yang telah dikatakan oleh Iskandar dkk, dan Kashimoto. Keuntungan teknologi digital dan pelayanan berbasis aplikasi android tersebut dianggap mampu membantu aktifitas manusia saat ini (Iskandar dkk, 2017). Teknologi pengukuran secara online atau teknologi jaringan menggunakan sensor nirkabel bukan lagi hal yang mustahil untuk dibuat. Pendekatan tersebut mendorong manusia untuk terus berinovasi dan merealisasikan teknologi ini di segala bidang, baik bidang pelayanan jasa, kesehatan maupun keteknikkan. Hal ini telah ditunjukkan dengan adanya teknologi manusia dapat menjalani kehidupannya dengan lebih mudah. Contohnya termasuk smartphone, laptop, dan komputer sebagai media interface yang digunakan oleh sistem alat tersebut. Selain itu, teknologi yang dapat membantu manusia terdiri dari alat yang dapat bekerja secara otomatis, yang memungkinkan pekerjaan manusia dilakukan dengan mudah tanpa harus membuang tenaga dan waktu. Kemajuan teknologi juga dapat membantu manusia memonitor dari jarak jauh, seperti memonitor penggunaan energi pada bangunan.

Penelitian sebelumnya telah dibuat alat Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler oleh Temy Nusa, yang menggunakan mikrokontroler AVR ATmega328 dan sensor arus ACS712. Alat ini dapat mengukur tegangan, arus, dan daya listrik, dan dapat hanya dapat menampilkannya

melalui LCD. Alat ini juga dapat melakukan pengoperan data melalui komunikasi nirkabel yang menggunakan system SMS Gateway dan Bluetooth, namun alat ini tidak dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan, dikarenakan terjadi drop tegangan sehingga mempengaruhi pembacaan data dari sensor tersebut dan belum adanya pembacaan terhadap Cos Phi, dan juga masih menggunakan SMS Gateway yang akan lebih banyak menghabiskan pulsa. Sementara itu, modul sensor yang dapat menghindari drop tegangan dan dapat melakukan pembacaan terhadap Cos Phi untuk menutupi kekurangan alat monitoring konsumsi energi tersebut yaitu menggunakan sensor PZEM-004T, dikarenakan modul sensor ini tidak diperlukan rangkaian catu daya lain dan dapat melakukan pembacaan terhadap Cos Phi. Selain itu untuk menutupi kekurangan alat monitoring konsumsi energi tersebut dalam hal pengoperan data dapat menggunakan penerapan IoT dengan menggunakan firebase dan kodular sebagai sistem pendukung pengoperan data.

Penelitian lainnya telah dibuat Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T oleh Fathoni Nur Habibie, namun alat ini hanya dapat memonitoring konsumsi pemakaian listrik 1 phasa dan untuk komunikasi antara *smartphone* dan *raspberry pi* hanya dilakukan menggunakan jaringan lokal atau ethernet. Untuk menutupi kekurangan alat monitoring energi listrik dapat dilakukan pada energi listrik 3 phasa dan komunikasi antara *smartphone* dan *raspberry pi* dapat dilakukan menggunakan penerapan IoT dengan menggunakan firebase dan kodular sebagai system pendukung pengoperan data.

Penelitian lainnya juga telah dibuat sebuah Rancang Bangun Daya 3 Phase Berbasis Mikrokontroler Yang Dapat Dibaca Secara Online Pada Laboratorium Mikroprosesor Politeknik Negeri Padang oleh Nasution A, Putra R, dan Madona E. Namun alat ini hanya dapat memonitoring daya listrik 3 phase. Perbedaan alat ini dengan alat yang akan penulis buat ditinjau dari mikrokontroler, sensor, platform monitoring yang digunakan, serta alat ini tidak memonitoring okupasi dan suhu pada bangunan. Penelitian lainnya telah dibuat sebuah Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Dan Pemutus Daya Otomatis Berbasis Internet oleh Haqqu Mukhabbah dan Achmad Imam Agung.

Penelitian lainnya juga telah dibuat sebuah Pengendalian Air Conditioner Dari Jarak Jauh Menggunakan Arduino Wifi oleh Kurniawan Dika A. Perbedaan

alat ini dengan alat yang akan penulis buat ditinjau dari mikrokontroler dan sistem kerja dari alat ketika melakukan pengendalian Air Conditioner. Dimana alat ini menggunakan platform untuk mengendalikan Air Conditioner, sedangkan alat yang akan penulis buat menggunakan trigger dari monitoring okupasi dan suhu pada bangunan.

Berdasarkan teori- teori yang telah dijelaskan diatas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan energi listrik pada bangunan dapat dipengaruhi oleh okupasi dan suhu di luar bangunan. Energi listrik memiliki target penghematan sebesar 17% di tahun 2025. Monitoring dan kontrol merupakan salah satu cara untuk melakukan penghematan tersebut. Demikian penulis membuat suatu alat berbasis teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu membuat alat berbasis mikrokontroler ESP 32. Alat ini dapat memonitor dan mengontrol energi dan suhu terhadap okupasi secara *realtime* pada bangunan. Alat ini dilengkapi dengan sistem untuk membaca dan merekam jumlah pemakaian energi listrik, jumlah hunian yang berada di dalam bangunan, dan besaran suhu yang terdapat di sekitaran bangunan. Alat ini menggunakan Arduino Cloud untuk menampilkan monitor secara *realtime* dan back up database. Alat ini dapat mengontrol penggunaan energi pada bangunan menggunakan modul *relay* dan *buzzer*, serta dapat mengontrol penggunaan AC dengan trigger monitoring okupasi melalui sensor IR *proximity* dan monitoring suhu di sekitaran bangunan melalui sensor suhu XYMD02 Modbus sht 20. Alat yang akan peneliti buat mendukung green building karena memenuhi salah satu aspeknya yaitu mengurangi penggunaan sumber daya alam.

1.2. Fokus Penelitian

Dari latar belakang yang sudah dipaparkan, maka dapat ditemukan Fokus Penelitian seperti berikut ini:

1. Penggunaan KWh meter dalam manajemen konsumsi energi tidak cukup, dikarenakan KWh meter hanya dapat menampilkan besaran penggunaan energi secara *realtime* namun tidak dapat merekam penggunaan energi secara berkala.
2. alat monitoring konsumsi energi yang dilengkapi dengan monitoring Jumlah orang dan suhu dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi energy Listrik dan pengelolaan bangunan secara keseluruhan.

3. alat kontrol dan monitoring secara otomatis terhadap penggunaan konsumsi energi Listrik pada bangunan dan pengatur set Point pengguna AC (*Air Conditioner*) berdasarkan jumlah orang dalam ruangan dan suhu dalam ruangan Menggunakan Logika Fuzzy.

1.3. Batasan Masalah

Berikut ini adalah batasan masalah dari Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik dan Kendali Suhu di ruangan Laboratorium Berbasis Protokol Modbus Pada Esp 32” adalah :

1. Sistem ini dirancang untuk Monitoring dan Kontrol Energi Listrik pada Ruang Kelas Secara Realtime dengan range tegangan 80-240 V dan arus maksimal 10 A
2. Sistem ini dirancang untuk Monitoring dan Kendali Set Point AC dengan berdasarkan Logika Fuzzy pada Matlab.
3. Sistem Kendali Set Point AC ini hanya bisa merek tertentu sesuai dengan library Air conditioner yang ada di dalam sensor ky-005.
4. Sistem ini dirancang untuk Monitoring Suhu dalam ruang kelas secara realtime.
5. Sistem ini dirancang untuk Monitoring Jumlah Orang pada ruang kelas secara realtime.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, Fokus Penelitian, dan pembatasan masalah, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang Sistem monitoring energi Listrik dan kendali suhu Terhadap Jumlah orang dan suhu ruangan dengan Logika Fuzzy secara *realtime* pada ruang kelas berbasis Protokol Modbus pada ESP 32?
2. Bagaimana membangun Sistem monitoring energi Listrik dan kendali suhu terhadap Jumlah orang dan suhu ruangan dengan Logika Fuzzy secara *realtime* pada ruang kelas berbasis Protokol Modbus pada ESP 32?
3. Bagaimana cara kerja Sistem monitoring energi Listrik dan kendali suhu terhadap Jumlah orang dan suhu ruangan dengan Logika Fuzzy secara *realtime* pada ruang kelas berbasis Protokol Modbus pada ESP 32?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang alat monitoring energy listrik dan kendali suhu terhadap Jumlah orang dan suhu ruangan dengan Logika fuzzy secara realtime pada ruang kelas berbasis Protokol Modbus pada ESP 32
2. Membuat alat monitoring energi listrik dan kendali suhu terhadap Jumlah orang dan suhu ruangan dengan Logika fuzzy secara realtime pada ruang kelas berbasis Protokol Modbus pada ESP 32
3. Menguasai cara kerja alat monitoring energi listrik dan kendali suhu terhadap Jumlah orang dan suhu ruangan dengan Logika fuzzy secara realtime pada ruang kelas berbasis Protokol Modbus pada ESP 32

1.6. Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian ini, peneliti mengharapkan sesuatu yang dapat digunakan tidak hanya dari satu pihak, melainkan juga beberapa pihak terkait.

1. Kegunaan Teoritis
 - a. Mengaplikasikan mata kuliah algoritma dan pemrograman, pengukuran listrik, gambar teknik ke dalam rancang bangun alat monitoring dan kontrol energi dan suhu terhadap Jumlah orang dengan Logika Fuzzy secara *realtime* pada bangunan (ruang kelas) berbasis mikrokontroler ESP 32.
 - b. Menjadikan bahan penelitian untuk peneliti lainnya dalam melakukan penelitian lanjutan dalam pengembangan sistem monitoring dan data base.
2. Kegunaan Praktis
 - a. Dengan terciptanya alat ini pihak terkait dapat memonitoring konsumsi energi listrik, Jumlah orang, serta suhu di sekitar bangunan (ruang kelas) secara *real time*.
 - b. Dengan terciptanya alat ini akan mempermudah pihak terkait ketika membutuhkan backup data dikarenakan alat ini tidak hanya dapat membaca data akan tetapi juga dapat merekam data.
 - c. Dengan terciptanya alat ini penggunaan energi listrik dan pada

pada bangunan (ruang kelas) dapat bekerja secara otomatis melalui beberapa trigger yang sudah terprogram.

- d. Dengan terciptanya alat ini, konsumsi energi pada ruang kelas akan lebih hemat dan optimal.

