

Rancang Bangun Building Automation System Berbasis Raspberry Pi dengan LCD Touchscreen untuk Monitoring Mekanikal Elektrikal dan Otoritas Jasa Keuangan Jawa Tengah

Marhendi Listiawan^{*1}, Eri Zuliarso²

^{1,2}Teknologi Informasi dan Industri, Universitas Stikubank Semarang, Indonesia

Email: ¹marhendi84@gmail.com, ²eri299@edu.unisbank.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi otomasi bangunan menuntut adanya sistem yang mampu meningkatkan efisiensi, keamanan, dan keandalan operasional, khususnya pada ruang kritis seperti ruang server dan ME. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Building Automation System (BAS) berbasis Raspberry Pi dengan tampilan LCD touchscreen pada Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Provinsi Jawa Tengah. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa dengan pendekatan eksperimen dan model pengembangan sistem prototype, yang meliputi tahap perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Sistem yang dibangun terdiri dari sensor sebagai input, Raspberry Pi sebagai pengendali utama, serta relay dan kontaktor sebagai aktuator untuk mengendalikan perangkat listrik. Selain itu, sistem dilengkapi dengan antarmuka LCD touchscreen yang memungkinkan pengguna melakukan monitoring dan kontrol secara langsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring suhu dan kelembaban secara real-time serta memberikan respon otomatis terhadap perubahan kondisi lingkungan. Ketika suhu melebihi batas yang ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan perangkat pendingin, dan akan menonaktifkannya kembali ketika kondisi normal. Pengujian sistem menunjukkan bahwa BAS yang dikembangkan memiliki kinerja yang baik dari segi keakuratan pembacaan sensor, kecepatan respon, serta kestabilan sistem dalam pengoperasian berkelanjutan. Selain itu, penggunaan antarmuka touchscreen meningkatkan kemudahan penggunaan dan efektivitas kontrol sistem. Dengan demikian, sistem yang dibangun mampu meningkatkan efisiensi, keamanan, dan keandalan dalam pengelolaan ruang server dan ME.

Kata kunci: *Building Automation System, Raspberry Pi, LCD Touchscreen, Monitoring, Otomasi Bangunan*

Abstract

The development of building automation technology requires systems that can improve efficiency, security, and operational reliability, especially in critical areas such as server rooms and ME. This study aims to design and implement a Building Automation System (BAS) based on Raspberry Pi with an LCD touchscreen interface at the Office Building of the Financial Services Authority (OJK) of Central Java Province. The research method used is engineering research with an experimental approach and a prototype-based system development model, consisting of system design, implementation, and testing stages. The developed system consists of sensors as input devices, Raspberry Pi as the main controller, and relays and contactors as actuators to control electrical devices. In addition, the system is equipped with an LCD touchscreen interface that allows users to perform real-time monitoring and control directly. The results show that the system is capable of monitoring temperature and humidity in real-time and providing automatic responses to environmental changes. When the temperature exceeds a predefined threshold, the system automatically activates cooling devices, and deactivates them when conditions return to normal. System testing indicates that the developed BAS demonstrates good performance in terms of sensor reading accuracy, response time, and system stability during continuous operation. Furthermore, the use of a touchscreen interface enhances usability and control efficiency. Therefore, the proposed system is able to improve efficiency, security, and reliability in managing server rooms and ME.

Keywords: *Building Automation System, Raspberry Pi, LCD Touchscreen, Monitoring, Building Automation*

Perkembangan teknologi informasi dan sistem kendali otomatis telah membawa perubahan signifikan dalam pengelolaan bangunan perkantoran modern. Gedung perkantoran tidak hanya berfungsi sebagai tempat aktivitas kerja, tetapi juga dituntut mampu menjamin aspek keamanan, kenyamanan, keandalan operasional, serta efisiensi energi [1]. Konsep ini sejalan dengan penerapan *Building Automation System* (BAS), yaitu sistem terintegrasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengontrol dan memonitor berbagai subsistem gedung seperti pencahayaan, HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*), keamanan, serta konsumsi energi secara terpusat dan otomatis [2], [3].

Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu fasilitas strategis yang memiliki tingkat kebutuhan operasional dan keamanan yang tinggi. Pada Gedung tersebut terdapat ruang server dan ruang mekanikal elektrik (ME) yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan infrastruktur teknologi informasi. Ruangan ini menampung perangkat penting seperti server, perangkat jaringan, panel listrik, dan sistem pendingin yang harus beroperasi secara kontinu selama 24 jam. Kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan kestabilan daya listrik menjadi faktor krusial dalam menjaga kinerja sistem. Gangguan kecil seperti peningkatan suhu atau kelembapan berlebih dapat menyebabkan penurunan performa, kerusakan perangkat, bahkan kehilangan data yang berdampak pada terganggunya layanan institusi.

Implementasi BAS komersial sering kali memerlukan biaya investasi yang tinggi serta memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas dan kustomisasi [4]. Banyak sistem BAS bersifat tertutup (*closed system*) sehingga sulit dikembangkan sesuai kebutuhan spesifik pengguna [5]. Hal ini menjadi kendala bagi instansi yang membutuhkan solusi yang ekonomis, fleksibel, dan mudah dikembangkan. Seiring berkembangnya teknologi *embedded system* dan *Internet of Things* (IoT), muncul alternatif solusi berbasis perangkat komputasi mini seperti *Raspberry Pi*. *Raspberry Pi* merupakan komputer papan tunggal yang mendukung sistem operasi berbasis Linux serta memiliki berbagai antarmuka komunikasi seperti GPIO, Ethernet, dan USB [6]. Dengan biaya yang relatif rendah dan konsumsi daya yang efisien, *Raspberry Pi* banyak digunakan dalam pengembangan sistem otomatisasi dan monitoring berbasis IoT [7], [8].

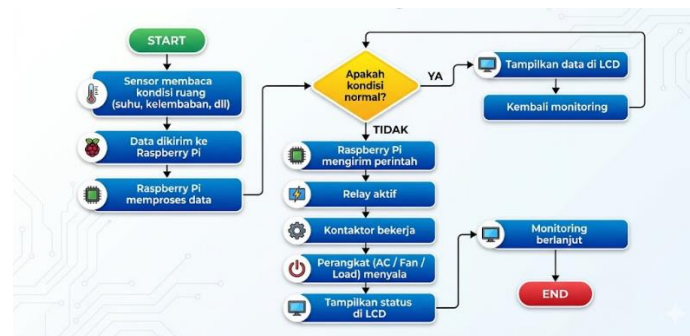
Pemanfaatan *Raspberry Pi* dalam sistem BAS memungkinkan pengembangan sistem monitoring dan kontrol berbasis web yang dapat diakses secara fleksibel melalui jaringan lokal maupun jaringan internal gedung [9]. Selain itu, integrasi dengan antarmuka lokal berupa LCD *touchscreen* memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan monitoring dan pengendalian secara langsung di lokasi [10]. Antarmuka visual yang interaktif dapat meningkatkan responsivitas dalam pengambilan keputusan ketika terjadi kondisi abnormal pada ruang server dan ruang ME [11], [12], [13].

Meskipun demikian, penelitian terkait implementasi BAS berbasis *Raspberry Pi* umumnya masih berfokus pada monitoring berbasis web dan belum banyak yang mengintegrasikan sistem dengan antarmuka lokal berbasis *touchscreen* secara optimal. Selain itu, penerapan sistem yang secara khusus ditujukan untuk ruang server dan ruang mekanikal elektrik pada gedung instansi strategis masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem BAS yang terintegrasi, fleksibel, dan ekonomis dengan menggabungkan teknologi *embedded system*, *web-based monitoring*, serta antarmuka *touchscreen* dalam satu sistem terpadu.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *Building Automation System* (BAS) berbasis *Raspberry Pi* dengan tampilan LCD *touchscreen* yang diterapkan pada ruang server dan ruang ME Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Provinsi Jawa Tengah. Sistem ini diharapkan mampu melakukan monitoring kondisi lingkungan secara *real-time*, meningkatkan keandalan operasional perangkat, serta mendukung efisiensi dan keamanan pengelolaan gedung.

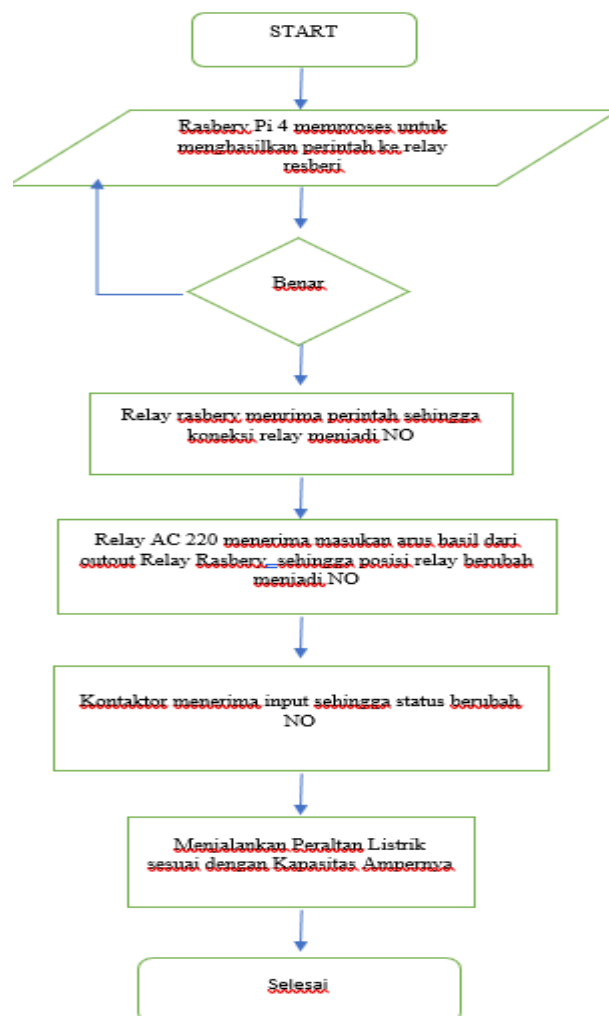
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun *Building Automation System* (BAS) yang mampu melakukan monitoring dan pengendalian kondisi lingkungan ruang server dan mekanikal elektrik secara otomatis dan *real-time*. Sistem diformulasikan sebagai model input–process–output, di mana data suhu dan kelembapan sebagai input diproses oleh *Raspberry Pi* sebagai pengendali utama untuk menghasilkan output berupa aksi pengendalian perangkat listrik. Mekanisme kontrol menggunakan pendekatan ambang batas, yaitu perangkat pendingin akan aktif ketika suhu melebihi nilai tertentu dan akan nonaktif ketika kondisi kembali normal. Metode yang digunakan adalah *engineering research* dengan pendekatan *prototype* yang meliputi tahapan studi literatur, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian, sehingga integrasi perangkat keras dan perangkat lunak dapat diuji secara langsung.



Gambar 1. Flowchart Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis pada *Building Automation System* (BAS)

Sistem dirancang menggunakan sensor sebagai input, *Raspberry Pi* sebagai pusat pemrosesan, serta relay dan kontaktor sebagai aktuator, dengan tambahan antarmuka LCD touchscreen untuk monitoring dan kontrol langsung. Algoritma yang digunakan adalah *rule-based control* yang bekerja secara kontinu berdasarkan perbandingan nilai sensor dengan batas yang ditentukan. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi *Raspberry Pi* dengan antarmuka lokal touchscreen tanpa ketergantungan pada sistem berbasis web atau cloud, serta fokus pada ruang kritis. Pengujian dilakukan menggunakan *black box testing* dengan parameter akurasi sensor, waktu respon, dan kestabilan sistem, sehingga dapat memastikan bahwa sistem bekerja secara efektif, responsif, dan andal dalam kondisi operasional berkelanjutan.



Gambar 2. Flowchat Program

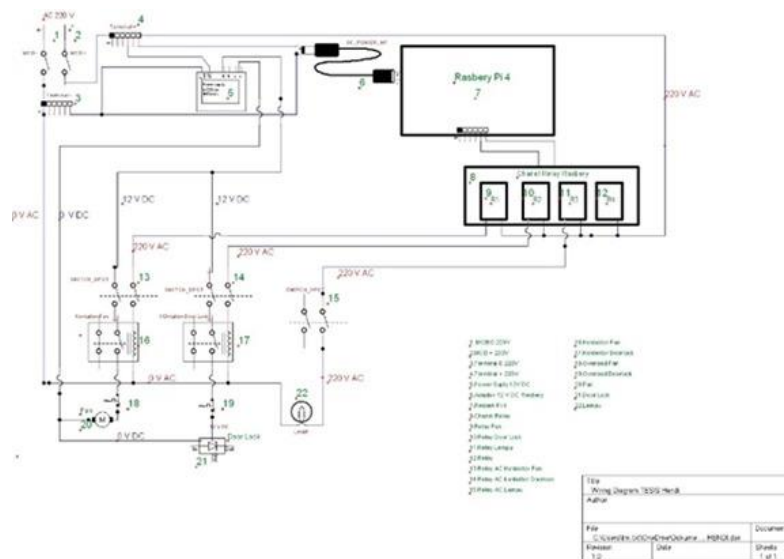
Gambar 2 menggambarkan alur kerja sistem *Building Automation System* (BAS) yang dimulai dari proses start, kemudian *Raspberry Pi* melakukan pemrosesan data untuk menghasilkan perintah kontrol ke *relay*. Setelah itu, sistem melakukan pengecekan kondisi (*decision*) untuk memastikan apakah perintah yang diberikan sesuai atau tidak. Jika kondisi terpenuhi (benar), maka proses dilanjutkan ke tahap berikutnya, sedangkan jika tidak, sistem akan kembali ke proses sebelumnya untuk melakukan pengecekan ulang.

Selanjutnya, *relay* menerima perintah dari *Raspberry Pi* sehingga kontak *relay* berubah ke kondisi *Normally Open* (NO). Perubahan ini memungkinkan arus listrik mengalir ke *relay* AC 220V yang kemudian mengaktifkan kontaktor. Kontaktor yang telah aktif akan menghubungkan sumber listrik ke beban, sehingga peralatan listrik dapat beroperasi sesuai kapasitasnya. Setelah seluruh proses berjalan dengan baik, sistem mencapai tahap akhir yaitu selesai, yang menandakan bahwa proses kontrol perangkat telah berhasil dijalankan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perancangan dan Pembangunan Sistem BAS

Pada tahap ini telah berhasil dirancang dan dibangun sistem *Building Automation System* (BAS) berbasis *Raspberry Pi* yang mampu melakukan monitoring dan pengendalian kondisi ruang server dan mekanikal elektrikal secara otomatis. Sistem mengintegrasikan komponen utama seperti sensor, *Raspberry Pi*, *relay*, kontaktor, MCB, dan LCD *touchscreen* dalam satu kesatuan yang bekerja secara sinkron melalui alur input–process–output. Data dari sensor diproses oleh *Raspberry Pi* untuk mengendalikan perangkat listrik, serta ditampilkan secara real-time pada LCD sebagai media monitoring dan kontrol. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan baik, responsif, dan sesuai dengan tujuan penelitian dalam menjaga kondisi lingkungan secara terintegrasi.



Gambar 3. Panel Rangkaian Hardware Sistem Building Automation System (BAS)

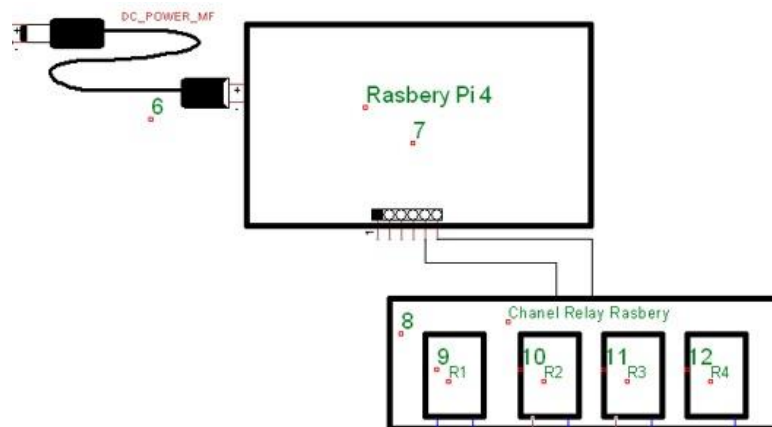
Gambar 3 menunjukkan panel rangkaian *hardware* pada sistem *Building Automation System* (BAS) yang dirancang dengan integrasi antara sumber daya listrik, perangkat kontrol, dan aktuatur dalam satu sistem terpadu. Sumber utama berasal dari tegangan AC 220V yang kemudian didistribusikan ke berbagai komponen melalui sistem proteksi seperti MCB untuk menjaga keamanan dari gangguan arus lebih. Selain itu, terdapat konversi tegangan ke DC (5V dan 12V) yang digunakan untuk menyuplai perangkat kontrol seperti *Raspberry Pi* dan modul lainnya.

Raspberry Pi 4 berperan sebagai pusat kendali utama yang mengolah data dari sensor dan memberikan perintah ke modul *relay*. Perangkat ini terhubung dengan berbagai modul input-output yang memungkinkan sistem membaca kondisi lingkungan sekaligus mengendalikan perangkat listrik. Koneksi antar komponen ditunjukkan melalui jalur pengkabelan yang menghubungkan *Raspberry Pi* dengan *relay* serta perangkat lainnya, sehingga membentuk sistem kontrol yang terintegrasi.

Pada bagian aktuatur, *relay* berfungsi sebagai saklar elektronik yang menerima sinyal dari *Raspberry Pi* untuk mengendalikan aliran listrik. *Relay* ini kemudian terhubung dengan kontaktor yang digunakan untuk mengontrol beban listrik berdaya besar seperti kipas, lampu, dan sistem pengunci pintu (*door lock*). Adanya

kombinasi *relay* dan kontaktor memungkinkan sistem menghubungkan kontrol tegangan rendah dengan beban tegangan tinggi secara aman dan efisien.

Selain itu, diagram juga menunjukkan adanya beberapa perangkat pendukung seperti exhaust fan, lampu, dan *door lock* yang dikendalikan oleh sistem. Seluruh komponen terhubung dalam satu rangkaian yang memungkinkan monitoring dan pengendalian dilakukan secara otomatis. Adanya konfigurasi ini, sistem BAS mampu bekerja secara terpusat, stabil, dan aman dalam mendukung operasional ruang server dan mekanikal elektrik.



Gambar 4. Integrasi *Raspberry Pi* dengan Modul Relay sebagai Pengendali Aktuator

Gambar 4 menunjukkan integrasi antara *Raspberry Pi* 4 dengan modul *relay* yang berfungsi sebagai pengendali aktuatur dalam sistem *Building Automation System* (BAS). *Raspberry Pi* 4 bertindak sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor dan memprosesnya untuk menghasilkan perintah kontrol. Perangkat ini terhubung dengan sumber daya DC melalui konektor power yang memastikan suplai listrik stabil. Selain itu, *Raspberry Pi* dilengkapi dengan pin GPIO yang digunakan untuk komunikasi dengan perangkat eksternal. Dengan konfigurasi ini, *Raspberry Pi* mampu menjalankan fungsi kontrol secara terpusat dan terintegrasi.

Koneksi antara *Raspberry Pi* dan modul *relay* dilakukan melalui pin GPIO yang mengirimkan sinyal digital ke setiap *channel relay*. Modul *relay* yang digunakan terdiri dari beberapa *channel*, yaitu R1, R2, R3, dan R4, yang masing-masing berfungsi untuk mengendalikan perangkat berbeda. Setiap *channel relay* dapat diaktifkan atau dinonaktifkan sesuai dengan perintah yang diberikan oleh *Raspberry Pi*. Hal ini memungkinkan sistem untuk mengontrol lebih dari satu perangkat secara bersamaan. Dengan demikian, sistem memiliki fleksibilitas dalam pengelolaan berbagai beban listrik.

Modul *relay* berfungsi sebagai saklar elektronik yang menghubungkan atau memutus aliran listrik pada perangkat yang dikendalikan. Ketika *Raspberry Pi* mengirimkan sinyal aktif, *relay* akan berubah ke kondisi *Normally Open* (NO) sehingga arus listrik dapat mengalir ke beban. Sebaliknya, ketika tidak ada sinyal, *relay* akan kembali ke kondisi awal dan memutus aliran listrik. Mekanisme ini memungkinkan pengendalian perangkat bertegangan tinggi menggunakan sinyal tegangan rendah dari *Raspberry Pi*. Berdasarkan hal tersebut, sistem tetap aman dan efisien dalam operasionalnya.

Integrasi antara *Raspberry Pi* dan modul *relay* ini memungkinkan sistem BAS bekerja secara otomatis dalam mengontrol berbagai perangkat seperti lampu, kipas, atau sistem keamanan. Setiap perubahan kondisi lingkungan akan diproses oleh *Raspberry Pi* dan diterjemahkan menjadi aksi melalui *relay*. Selain itu, sistem ini juga mendukung kontrol secara real-time sehingga respons terhadap perubahan kondisi dapat dilakukan dengan cepat. Dengan konfigurasi tersebut, sistem mampu meningkatkan efisiensi, keamanan, dan keandalan dalam pengelolaan perangkat pada ruang server dan mekanikal elektrik.

3.2. Hasil Implementasi Sistem Berbasis *Raspberry Pi*

Pada tahap ini dilakukan implementasi sistem dengan menggunakan *Raspberry Pi* sebagai pengendali utama dalam *Building Automation System* (BAS). *Raspberry Pi* berfungsi sebagai pusat pemrosesan yang menerima data dari sensor, kemudian mengolah data tersebut untuk menentukan aksi yang akan dilakukan terhadap perangkat yang terhubung. Sistem yang dikembangkan telah mampu menjalankan fungsi monitoring dan kontrol secara otomatis sesuai dengan logika yang telah dirancang.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa *Raspberry Pi* berhasil membaca data dari sensor secara real-time, seperti suhu dan kelembaban pada ruang server dan ME. Data yang diperoleh kemudian diproses untuk

menentukan kondisi lingkungan, apakah berada dalam kondisi normal atau tidak. Informasi hasil pembacaan sensor tersebut juga ditampilkan pada LCD touchscreen sehingga dapat dipantau oleh pengguna secara langsung.

Selain itu, *Raspberry Pi* juga mampu melakukan pengendalian terhadap aktuator melalui pin GPIO yang terhubung dengan modul relay. Ketika kondisi lingkungan melebihi batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan relay yang selanjutnya menggerakkan kontaktor untuk menyalakan perangkat seperti pendingin ruangan atau kipas. Sebaliknya, jika kondisi kembali normal, sistem akan mematikan perangkat secara otomatis.

Sehingga, implementasi *Raspberry Pi* dalam sistem ini telah berhasil menjalankan fungsi sebagai pengendali utama yang mampu mengintegrasikan proses input, pemrosesan, dan output secara otomatis, sehingga sistem dapat bekerja secara efektif dan responsif dalam menjaga kondisi ruang server dan ME.

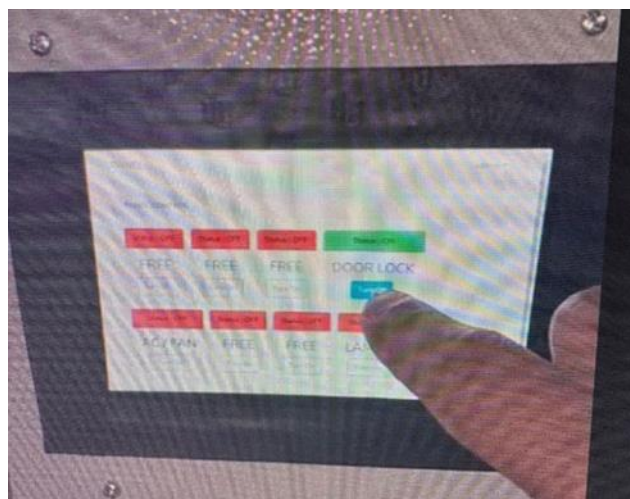
Tabel 1. Data Monitoring Sensor

No	Waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Status	Aksi Sistem
1	10:00	25.5	60	Normal	Tidak ada aksi
2	10:05	27.0	62	Normal	Standby
3	10:10	30.5	70	Tidak Normal	Pendingin Aktif
4	10:15	31.2	72	Tidak Normal	Pendingin Aktif
5	10:20	28.0	65	Normal	Pendingin Mati

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring kondisi lingkungan secara real-time serta memberikan respon otomatis berdasarkan nilai suhu yang terdeteksi. Pada kondisi suhu normal (25,5°C–27,0°C), sistem berada dalam status normal dan tidak melakukan aksi apa pun terhadap perangkat. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak bekerja secara berlebihan dan hanya aktif ketika diperlukan.

Namun, ketika suhu meningkat dan melebihi batas yang telah ditentukan ($\geq 30^\circ\text{C}$), sistem secara otomatis mengubah status menjadi tidak normal dan mengaktifkan pendingin melalui relay dan kontaktor. Hal ini terlihat pada data pukul 10:10 dan 10:15, di mana suhu mencapai 30,5°C dan 31,2°C sehingga sistem merespon dengan menyalakan pendingin. Selanjutnya, ketika suhu kembali turun ke kondisi normal (28,0°C), sistem secara otomatis menonaktifkan pendingin dan kembali ke kondisi standby. Sehingga, sistem yang dibangun mampu bekerja secara otomatis, responsif, dan sesuai dengan logika kontrol yang telah dirancang.

3.3. Hasil Implementasi Antarmuka LCD Touchscreen



Gambar 5. Tampilan Antarmuka LCD Touchscreen

Gambar 5 di atas menunjukkan hasil implementasi antarmuka pengguna berbasis LCD touchscreen yang terintegrasi dengan sistem Building Automation System (BAS) menggunakan Raspberry Pi sebagai pengendali utama. Antarmuka ini berfungsi sebagai media interaksi langsung antara pengguna dengan sistem, di mana pengguna dapat melakukan monitoring kondisi perangkat serta memberikan perintah kontrol melalui sentuhan pada layar. Keberadaan interaksi sentuh yang terlihat pada gambar menegaskan bahwa sistem tidak hanya bersifat monitoring pasif, tetapi juga mendukung kontrol aktif secara real-time.

Secara tampilan, antarmuka dirancang dalam bentuk panel kontrol yang menampilkan beberapa elemen utama, seperti tombol kontrol perangkat (lampu, AC, dan door lock) serta indikator status sistem. Penggunaan warna yang kontras, seperti merah dan hijau, berfungsi sebagai indikator visual untuk membedakan kondisi aktif dan nonaktif suatu perangkat. Hal ini menunjukkan bahwa desain antarmuka telah mempertimbangkan aspek user experience (UX), sehingga pengguna dapat dengan cepat memahami kondisi sistem tanpa perlu interpretasi yang kompleks.

Berdasar pada sisi fungsionalitas, gambar tersebut memperlihatkan bahwa sistem mampu merespon input pengguna secara langsung, yang ditunjukkan dengan adanya aksi sentuhan pada layar. Hal ini mengindikasikan bahwa komunikasi antara antarmuka dan sistem kontrol berjalan dengan baik, di mana setiap input dari pengguna akan diproses oleh Raspberry Pi dan diteruskan ke aktuator seperti relay dan kontaktor. Sehingga, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tetapi juga sebagai sistem kontrol terpusat yang efektif.

Secara keseluruhan, implementasi antarmuka LCD touchscreen ini menunjukkan bahwa sistem BAS yang dikembangkan telah memenuhi prinsip dasar sistem otomasi, yaitu kemudahan penggunaan, responsivitas, dan integrasi sistem. Antarmuka yang intuitif dan interaktif ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional serta mempermudah pengguna dalam mengelola perangkat pada ruang server dan ME secara optimal.

3.4. Hasil Pengujian Monitoring dan Kontrol Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem monitoring dan kontrol yang telah dibangun untuk mengetahui kemampuan sistem dalam bekerja secara otomatis. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu melakukan monitoring kondisi lingkungan secara real-time melalui sensor yang terhubung dengan Raspberry Pi. Data yang diperoleh ditampilkan pada LCD touchscreen sehingga dapat dipantau oleh pengguna secara langsung.

Selain itu, sistem juga mampu melakukan kontrol otomatis terhadap perangkat berdasarkan kondisi yang terdeteksi. Ketika suhu melebihi batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan relay dan kontaktor untuk menyalakan pendingin ruangan. Sebaliknya, ketika kondisi kembali normal, sistem akan mematikan perangkat secara otomatis. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah mampu mengintegrasikan proses monitoring dan kontrol secara sinkron.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sistem memiliki respon yang baik terhadap perubahan kondisi, di mana aksi kontrol dilakukan dalam waktu yang relatif cepat tanpa adanya keterlambatan yang signifikan. Dengan demikian, sistem BAS yang dibangun telah mampu bekerja secara otomatis, responsif, dan sesuai dengan tujuan penelitian.

Tabel 2. Hasil Monitoring dan Kontrol Sistem

No	Suhu (°C)	Kondisi	Relay	Kontaktor	Perangkat (AC/Fan)
1	25.5	Normal	Off	Off	Mati
2	27.0	Normal	Off	Off	Mati
3	30.5	Tidak Normal	On	On	Menyala
4	31.2	Tidak Normal	On	On	Menyala
5	28.0	Normal	Off	Off	Mati

Tabel 2 yaitu hasil monitoring dan kontrol sistem menunjukkan bahwa sistem Building Automation System (BAS) mampu bekerja secara otomatis berdasarkan kondisi suhu yang terdeteksi. Pada kondisi suhu normal (25,5°C–27,0°C), sistem berada dalam keadaan stabil, kondisi ini disebabkan relay dan kontaktor tidak aktif sehingga perangkat pendingin dalam kondisi mati. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak melakukan aksi yang tidak diperlukan dan hanya bekerja ketika kondisi tertentu terpenuhi.

Namun, ketika suhu meningkat dan melebihi batas yang telah ditentukan ($\geq 30^\circ\text{C}$), sistem secara otomatis mengaktifkan relay dan kontaktor yang kemudian menyalakan perangkat pendingin. Hal ini terlihat pada data suhu 30,5°C dan 31,2°C, di mana sistem merespon dengan mengubah status menjadi pendinginan aktif. Selanjutnya, ketika suhu kembali turun ke kondisi normal (28,0°C), sistem secara otomatis menonaktifkan kembali perangkat pendingin. Dengan demikian, tabel tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengintegrasikan proses monitoring dan kontrol secara real-time, responsif, serta sesuai dengan logika pengendalian yang telah dirancang.

3.5 Hasil Pengujian Kinerja Sistem

Tabel 3 Hasil Pengujian Kinerja Sistem

Kondisi Relay	Kondisi Lampu	Kondisi AC	Kondisi Source	Kondisi Door Lock	Kondisi Overload
Relay (Lampu) Aktif	Lampu On	AC Off	Source On	Door Lock Off	Overload Off
Relay (Lampu) Non Aktif	Lampu Off	AC Off	Source Off	Door Lock Off	Overload Off
Relay (Kipas/AC) Aktif	Lampu Off	AC On	Source On	Door Lock Off	Overload Off
Relay (Kipas/AC) Non Aktif	Lampu Off	AC Off	Source Off	Door Lock Off	Overload Off
Relay (Door Lock) Aktif	Lampu Off	AC Off	Source On	Door Lock On	Overload Off
Relay (Door Lock) Non Aktif	Lampu Off	AC Off	Source Off	Door Lock Off	Overload Off

Tabel 3 di atas, menunjukkan hasil pengujian fungsi relay terhadap berbagai perangkat dalam sistem Building Automation System (BAS). Setiap relay memiliki peran spesifik dalam mengendalikan perangkat tertentu, seperti lampu, AC, sumber daya (source), dan door lock. Ketika relay dalam kondisi aktif, perangkat yang dikendalikan akan menyala sesuai dengan fungsinya, sedangkan ketika relay tidak aktif, perangkat berada dalam kondisi mati. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol perangkat secara selektif dan terarah berdasarkan logika yang telah diprogram. Selain itu, kondisi source yang aktif juga menandakan bahwa aliran listrik terhubung dengan baik saat sistem bekerja.

Pada pengujian relay untuk lampu dan AC, terlihat bahwa masing-masing perangkat dapat dikontrol secara independen tanpa saling mempengaruhi. Misalnya, saat relay lampu aktif, hanya lampu yang menyala sementara AC tetap dalam kondisi mati. Sebaliknya, ketika relay AC aktif, sistem hanya mengaktifkan pendingin tanpa mempengaruhi lampu. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan kontrol yang terpisah untuk setiap perangkat, sehingga meningkatkan fleksibilitas dalam pengelolaan sistem. Berdasarkan penjelasan tersebut, sistem dapat menghindari terjadinya gangguan antar perangkat yang dikendalikan.

Selain itu, pada pengujian relay door lock dan overload, sistem menunjukkan kemampuan dalam aspek keamanan dan proteksi. Ketika relay door lock aktif, sistem mampu mengunci pintu secara otomatis, sedangkan pada kondisi tidak aktif, pintu berada dalam keadaan terbuka. Pada kondisi overload aktif, seluruh perangkat seperti lampu, AC, dan door lock dapat ikut terpengaruh sebagai bagian dari sistem proteksi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfungsi sebagai kontrol otomatis, tetapi juga memiliki mekanisme pengamanan yang terintegrasi. Sehingga, sistem BAS yang dikembangkan telah mampu bekerja secara efektif, terkoordinasi, dan aman dalam mengendalikan berbagai perangkat.

4. PEMBAHASAN

Perancangan dan pembangunan sistem *Building Automation System* (BAS) pada penelitian ini menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi konsep dasar otomatisasi bangunan, yaitu mampu melakukan monitoring dan pengendalian secara otomatis dalam satu sistem terintegrasi. Arsitektur yang digunakan adalah input–process–output, dengan sensor sebagai input, Raspberry Pi sebagai pusat pemrosesan, serta relay dan kontaktor sebagai aktuator, sehingga sistem dapat bekerja secara real-time dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan [14], [15], [16]. Integrasi perangkat keras dalam sistem berjalan secara sinkron, mulai dari sensor, Raspberry Pi, relay, hingga kontaktor sebagai pengendali beban listrik. Sistem mampu menghubungkan perangkat bertegangan rendah dan tinggi secara aman melalui mekanisme relay, sehingga tidak hanya berfungsi secara teknis tetapi juga memperhatikan aspek keamanan dan keandalan operasional [17].

Implementasi Raspberry Pi sebagai pengendali utama menunjukkan bahwa perangkat ini mampu menjalankan fungsi kontrol secara efektif. Raspberry Pi dapat membaca data sensor secara real-time, memprosesnya, serta mengirimkan sinyal kontrol ke aktuator melalui GPIO [3]. Selain itu, perangkat ini memiliki keunggulan dalam fleksibilitas, efisiensi biaya, serta kestabilan dalam menjalankan sistem secara berkelanjutan. Penggunaan antarmuka LCD touchscreen memberikan kemudahan interaksi antara pengguna dan sistem. Antarmuka ini memungkinkan monitoring dan kontrol dilakukan secara langsung dengan tampilan yang intuitif dan responsif. Keunggulan lain adalah tidak bergantung pada jaringan internet, sehingga sistem lebih andal dalam kondisi kritis seperti ruang server dan mekanikal elektrik.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan menunjukkan kinerja yang baik dalam hal monitoring dan kontrol otomatis. Sistem mampu bekerja secara stabil, responsif, serta mampu mengendalikan berbagai perangkat secara simultan tanpa konflik. Dengan demikian, BAS yang dibangun terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keamanan operasional ruang server dan ME.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan analisis, dapat disimpulkan bahwa sistem Building Automation System (BAS) berbasis Raspberry Pi dengan tampilan LCD touchscreen telah berhasil dikembangkan dan diimplementasikan secara terintegrasi pada ruang server dan mekanikal elektrik Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Provinsi Jawa Tengah. Sistem mampu mengintegrasikan komponen sensor, relay, kontaktor, dan antarmuka pengguna dalam satu kesatuan yang bekerja secara otomatis. Raspberry Pi sebagai pengendali utama dapat membaca data sensor, mengolah informasi, serta mengendalikan perangkat listrik sesuai dengan kondisi lingkungan yang terdeteksi. Selain itu, penggunaan LCD touchscreen memberikan kemudahan interaksi bagi pengguna dalam melakukan monitoring dan kontrol secara real-time. Sistem juga terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas monitoring dengan memberikan respon otomatis terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual. Dari sisi kinerja, sistem menunjukkan hasil yang baik dalam hal akurasi pembacaan sensor, kecepatan respon, serta kestabilan operasional, sehingga mampu mendukung pengelolaan ruang server dan ME secara lebih efisien, aman, dan andal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Budiman, "Perancangan Sistem Home Automation Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android Terhadap Lighting and Gate System," *Sinergi J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, pp. 2207–2224, 2025.
- [2] K. Syafitri and I. Salamah, "Implementasi Smart Home Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 109–116, 2020.
- [3] A. R. Habibi, "Implementasi Building Automation System (BAS) Menggunakan Raspberry PI Pada UD.Bima Baru," *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 17, no. 2, pp. 139–146, 2023.
- [4] M. Aftab, C. Chen, C. Chau, and T. Rahwan, "Automatic HVAC Control with Real-time Occupancy Recognition and Simulation-guided Model Predictive Control in Low-cost Embedded System," *Appear. Energy Build.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–17, 2017.
- [5] M. Fernando, L. Jasa, and R. S. Hartati, "Monitoring System Kecepatan dan Arah Angin Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Raspberry Pi 3," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 21, no. 1, pp. 136–142, 2022.
- [6] T. A. Mulyanto, M. Habiby, R. Adam, U. Catur, and I. Cendekia, "Home Automation System dengan Menggunakan Raspberry Pi 4," *J. Digit*, vol. 11, no. 1, pp. 60–73, 2021.
- [7] H. Kusmianto, P. Iswahyudi, T. Listrik, B. Udara, and P. P. Surabaya, "Rancang Bangun Building Automation System (bas) Berbasis Raspberry pi Sebagai Server Web dengan Tampilan PC pada Ruang Kelas 1 Laboratorium Terintegrasi di Politeknik Penerbangan Surabaya," *Semin. Nas. Inov. Teknol. Penerbangan*, vol. 1, no. September, pp. 1–6, 2018.
- [8] F. Teknik, P. Studi, T. Informatika, and U. M. Parepare, "Sistem Pengendali Energi Listrik Menggunakan Raspberry Pi Pada Smart Building Kampus," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 3, no. 4, pp. 674–678, 2022, doi: 10.47065/bits.v3i4.1414.
- [9] S. Murad, H. Anik, X. Gao, N. Meng, and P. R. Agee, "A Cost-Effective, Scalable, and Portable IoT Data Infrastructure for Indoor Environment Sensing," *Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–36, 2024.
- [10] E. Surya and Y. K. Ningsih, "Smart Monitoring System Using Raspberry-Pi and Smartphone," *ELKOMIKA*, vol. 7, no. 1, pp. 72–84, 2019.
- [11] R. Verma, I. Lewis, and R. Mortier, "SenseRT : A Streaming Architecture for Smart Building Sensors," *Build. Manag. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–12, 2021.
- [12] P. Iot, U. Sistem, and K. Jarak, "PENERAPAN IoT UNTUK SISTEM KENDALI JARAK JAUH PERALATAN LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS RASPBERRY PI," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 292–303, 2020.
- [13] A. T. Gupta, H. Gupta, M. Sharma, and P. Khanna, "A secure home automation prototype built on raspberry-pi," *Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–17, 2021.
- [14] I. Calvo and I. Recio, "Building IoT Applications with Raspberry Pi and Low Power IQRF

- Communication Modules,” *Electronics*, vol. 1, no. 1, pp. 2–17, 2016, doi: 10.3390/electronics5030054.
- [15] N. Nadeem, U. Sultana, B. A. Khan, and H. Zaib, “The Designing of a Wireless Integrated Building Infrastructure Automation System ‡,” *Eng. Proc.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2023.
- [16] N. Ekren and M. Sensoy, “Smart Buildings Using Web of Things with . NET Core : A Framework for Inter-Device Connectivity and Secure Data Transfer,” *Inf. 2025*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2025.
- [17] H. Sabit and T. Tun, “IoT IoT Integration of Failsafe Smart Building Management System,” *IoT*, vol. 1, no. 1, pp. 801–815, 2024.