

Perancangan Sistem Kendali Hybrid Smart Home untuk Lampu dan Kipas Menggunakan Google Assistant dengan Dukungan Mode Offline

Trafrika Nining Erina^{1*}, Nabil Abdul Majid², Savina Dyah Arwiana³, Pramono⁴

¹Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
¹230103180@mhs.udb.ac.id

²Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
²230103173@mhs.udb.ac.id

³ Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
³savinadyah27@gmail.com

⁴Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
⁴Pramono@udb.ac.id

Abstrak— Penelitian ini menciptakan sistem kontrol hybrid untuk rumah pintar yang berbasis Internet of Things (IoT) dengan pemanfaatan ESP32 guna mengatur lampu dan kipas menggunakan Google Assistant serta dalam mode offline melalui sebuah server lokal. Pengembangan sistem ini dilakukan dengan metode Research and Development (R&D) serta pendekatan prototyping yang meliputi tahap analisis, desain, pelaksanaan, dan pengujian. Temuan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa semua metode kontrol (Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, dan server web lokal) seluruh skenario pengujian berhasil dijalankan dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Uji coba juga menunjukkan bahwa mode offline memiliki waktu respon yang lebih cepat dibandingkan dengan mode online karena tidak melalui server cloud. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan fleksibilitas dan keandalan pengendalian perangkat rumah pintar melalui mode online maupun offline.

Kata kunci— ESP32, Google Assistant, hybrid system, Internet of Things (IoT), smart home.

Abstract— This research creates a hybrid control system for smart homes based on the Internet of Things (IoT) by utilizing ESP32 to control lights and fans using Google Assistant and in offline mode via a local server. The development of this system was carried out using the Research and Development (R&D) method and a prototyping approach that includes the stages of analysis, design, implementation, and testing. The findings of this study indicate that all control methods (Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, and a local web server) in all test scenarios were successfully executed with a success rate of 100%. The trial also showed that the offline mode has a faster response time compared to the online mode because it does not go through a cloud server. The results of the study indicate that the system is able to increase the flexibility and reliability of controlling smart home devices through both online and offline modes.

Keywords— ESP32, Google Assistant, hybrid system, Internet of Things (IoT), smart home.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi membuat orang menggunakan teknologi yang ada untuk membuat kegiatan sehari-hari menjadi lebih mudah, salah satunya adalah dalam mengatur alat elektronik[1]. Lampu dan kipas merupakan perangkat yang sering digunakan, namun pada umumnya masih dikendalikan secara manual menggunakan saklar. Metode tersebut kurang praktis karena pengguna harus berada dekat dengan perangkat untuk melakukan pengoperasian.

Seiring berkembangnya teknologi, konsep rumah pintar yang mengandalkan Internet of Things (IoT) semakin sering digunakan untuk meningkatkan efektivitas dan mengurangi tugas manusia [2]. IoT adalah suatu teknologi yang membuat beragam perangkat dapat terhubung

satu sama lain melalui internet untuk saling bertukar data dan menghasilkan informasi[3]. Melalui penerapan IoT, perangkat elektronik dapat dikendalikan secara otomatis ataupun dari jarak jauh sehingga memudahkan pengguna[4]. Salah satu contoh penerapannya adalah mengendalikan lampu dan kipas dengan menggunakan perintah suara[5].

Menggunakan asisten virtual seperti Google Assistant membuat pengguna dapat mengendalikan perangkat melalui perintah suara yang berbasis kecerdasan buatan[6]. Sistem ini memanfaatkan *natural language processing* untuk menerjemahkan perintah pengguna menjadi aksi pada perangkat yang terhubung[7]. Dengan sistem ini, pengguna dapat menjalankan perangkat tanpa menekan tombol fisik sehingga menambah kemudahan dan efisiensi penggunaan energi[1],[2]. Sistem

kontrol suara ini bisa dipakai untuk mengendalikan perangkat elektronik melalui jaringan internet[8].

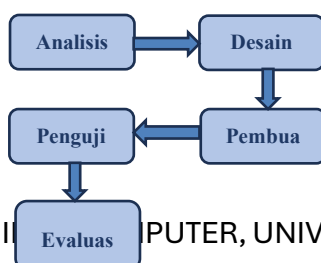
Namun, sistem smart home yang berbasis IoT masih memiliki batasan karena bergantung pada koneksi internet. Gangguan pada jaringan bisa mengakibatkan sistem tidak bisa berfungsi maksimal[9]. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali hybrid yang menyatukan mode online dan offline agar perangkat tetap dapat dikendalikan dalam berbagai keadaan[10]. Mode offline memungkinkan kendali secara lokal tanpa internet, sementara mode online memberi kemampuan kendali jarak jauh secara real-time[11].

Pada penelitian ini, sistem menggunakan ESP32 sebagai pusat kontrol yang menerima dan memproses perintah dari Google Assistant melalui koneksi WiFi dan situs web lokal. Perangkat yang mengendalikan memakai relay sebagai saklar otomatis untuk mengatur lampu serta kipas. Berdasarkan kendala tersebut, penelitian ini berupaya merancang sistem Hybrid Smart Home guna mengendalikan lampu serta kipas menggunakan Google Assistant dengan penambahan mode offline sebagai pemecahan kendali yang praktis, efisien, serta lebih terpercaya[2].

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode prototyping untuk merancang dan membuat sistem Smart Home Hybrid berbasis ESP32 yang dapat mengatur lampu dan kipas DC melalui Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, serta situs web lokal. Metode ini dipilih karena memungkinkan pembuatan sistem secara perlahan dengan melewati tahap-tahap seperti perencanaan, pembuatan, pengujian, dan penyesuaian hingga sistem bisa bekerja sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan

Tahapan-tahapan metode prototyping yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alur Tahapan *Development*

Berdasarkan Gambar 1, proses pengembangan sistem meliputi analisis kebutuhan, merancang sistem, membuat prototype, menguji prototype, dan melakukan evaluasi serta perbaikan. Setiap langkah dilakukan secara berurutan agar sistem Smart Home Hybrid bisa berjalan dengan baik, baik dalam mode online maupun offline.

A. Analisis Kebutuhan

Tahap ini bertujuan agar kita bisa memahami kebutuhan sistem, baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak.

a. Komponen Perangkat Keras

a) Mikrokontroler ESP32



Gambar 2. Alat ESP32

ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama sistem Smart Home yang menerima perintah dari Google Assistant melalui internet untuk mengontrol perangkat elektronik.

b) Relay Modul



Gambar 3. Alat Modul Relay

Modul relay berfungsi menghubungkan dan memutus arus listrik pada perangkat Smart Home.

c) Kabel Jumper Female to Female



Gambar 4: Jumper Female to Female
Sumber: indomaker.com

Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan ESP32

dengan modul relay. Pada penelitian ini digunakan kabel jumper Female to Female untuk memudahkan koneksi antar pin.

d) Lampu



Gambar 5: Lampu

Lampu berfungsi sebagai alat keluaran yang memberikan pencahayaan dalam sistem rumah pintar.

e) Kipas DC



Gambar 6. Kipas DC

Kipas DC adalah perangkat output yang digunakan untuk menghasilkan aliran udara didalam ruangan.

f) Adaptor dan Kabel Adaptor



Gambar 7. Adaptor dan Kabel Adaptor

Adaptor 12V DC berperan dalam mengonversi arus listrik AC menjadi DC dan berfungsi sebagai penyedia daya utama untuk menjalankan kipas DC dalam sistem.

g) DC Female Connector



Gambar 8. DC Female Connector

Konektor DC Perempuan digunakan untuk menyalurkan daya 12V dari adaptor ke relay dan kipas

DC tanpa memerlukan penyolderan langsung.

h) USB Micro



Gambar 9. Micro USB

Kabel USB Micro digunakan untuk menghubungkan ESP32 ke PC saat upload program sekaligus sebagai sumber daya 5V selama pengujian sistem.

b. Komponen Perangkat Lunak

a) Sinric Pro



Gambar 10. Aplikasi Sinric Pro
Sumber: Google Play

Sinric Pro mengirimkan instruksi dari Google Assistant ke ESP32, mengawasi kondisi perangkat secara langsung, dan bertindak sebagai masukan untuk mode online.

b) Arduino IDE



Gambar 11. Arduino IDE
Sumber: flathub.org

Arduino IDE digunakan untuk mengembangkan program yang mengelola koneksi WiFi, integrasi Sinric Pro, pengendalian saklar, dan fungsi sistem Smart Home.

c) Google Home



Gambar 12. Google Home
Sumber: developers.home.google.com

Google Home berfungsi untuk menambahkan serta mengatur perangkat lampu dan kipas melalui ponsel pintar atau dengan perintah suara.

d) Google Assistant



Gambar 13. Google Assistant
Sumber: Google Play

Google Assistant mendapatkan instruksi suara dari pengguna dan menerjemahkannya melalui Google Home bersama Sinric Pro ke ESP32 untuk dilaksanakan.

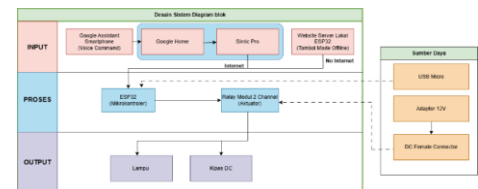
c. Bahan

- Kayu digunakan sebagai struktur dasar miniatur Smart Home karena kokoh, mudah dipotong, mudah dibentuk, dan berbobot ringan.
- Paku untuk menyambung dan memperkuat konstruksi miniatur Smart Home.
- Engsel untuk pintu miniatur rumah.

B. Desain Sistem

Desain sistem merupakan tahap perancangan struktur dan alur kerja sistem sebelum implementasi. Pada tahap ini direncanakan hubungan antara ESP32, relay, lampu, kipas, dan integrasi dengan Google Assistant agar sistem smart home hybrid dapat berfungsi pada mode online maupun offline. Menurut Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa sistem pengendalian rumah yang berbasis IoT dengan ESP32 dibuat untuk mengatur perangkat elektronik baik secara otomatis maupun manual menggunakan relay [13].

a) Desain Diagram Blok



Gambar 14. Diagram Blok Sistem

Diagram blok penelitian ini memperlihatkan cara kerja sistem pengendalian hybrid untuk rumah pintar yang berfungsi mengatur DC lampu dan kipas dalam dua kondisi, yaitu online dan offline.

Di kondisi online, pengguna memberikan instruksi melalui Google Assistant, Google Home, atau Sinric Pro yang diteruskan melalui internet menuju ESP32. Sedangkan pada kondisi offline, pengendalian dilakukan lewat server web lokal dari ESP32 tanpa memerlukan akses internet.

Sistem ini meliputi komponen input (Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, dan server web lokal), proses (ESP32 dan relay), serta output (DC lampu dan kipas). ESP32 bertugas memproses instruksi serta mengendalikan relay, sementara sumber daya sistem berasal dari USB Micro dan adaptor 12V, memastikan bahwa sistem tetap berfungsi meski tidak terhubung ke internet.

b) Desain *Flowchart* (Diagram Alir)



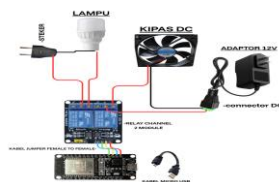
Gambar 15. Flowchart (Diagram Alir)

Diagram alur ini menggambarkan sistem pengendalian smart home hybrid yang menggunakan ESP32 untuk mengatur lampu dan kipas DC baik dalam keadaan online maupun offline.

Ketika koneksi internet aktif, pengendalian dilakukan melalui Google Assistant, Google Home, atau Sinric Pro, sedangkan jika tidak ada akses internet, perangkat masih bisa diatur melalui server lokal yang ada di ESP32.

Semua instruksi diproses oleh ESP32 dan diteruskan ke relay, di mana Channel 1 terhubung dengan lampu dan Channel 2 dengan kipas DC, sehingga perangkat tersebut dapat dinyalakan atau dimatikan sesuai perintah pengguna.

c) Desain Pengkabelan



Gambar 16. Pengkabelan

a) Jalur Kontrol ESP32 ke Relay

Jalur kontrol berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler ESP32 dengan modul relay 2 channel sebagai media pengiriman perintah untuk mengendalikan perangkat output.

- 1) ESP32 VIN (5V) ke VCC
- 2) ESP32 GND ke GND
- 3) ESP32 D2 ke IN1 (Lampu)
- 4) ESP32 D15 ke IN2 (Kipas)

Melalui jalur ini, ESP32 mengirimkan sinyal kontrol ke relay untuk mengaktifkan atau menonaktifkan lampu dan kipas sesuai perintah yang diterima dari Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, maupun website lokal.

b) Jalur Daya Kipas DC

Jalur daya digunakan untuk menyalurkan tegangan 12V dari adaptor menuju kipas DC melalui relay.

- 1) Adaptor 12V(+) ke DC Female Connector (+)
- 2) DC Female Connector (+) ke COM Relay Channel 2
- 3) NO Relay Channel 2 ke Kabel Merah Kipas DC
- 4) Adaptor 12V (-) ke DC Female Connector (-)
- 5) DC Female Connector (-) ke Kabel Hitam Kipas DC

Jalur ini memungkinkan relay berperan sebagai saklar elektronik yang menghubungkan atau memutus aliran listrik dari adaptor ke kipas DC.

c) Jalur Output Lampu

Jalur output lampu digunakan untuk menghubungkan relay channel 1 dengan lampu sebagai perangkat penerangan.

- 1) Sumber daya lampu ke COM Relay Channel 1
- 2) NO Relay Channel 1 ke Lampu
- 3) Jalur netral lampu ke Sumber daya lampu
Saat relay channel 1 aktif, aliran listrik akan terhubung sehingga lampu menyala. Sebaliknya, saat relay tidak aktif, aliran listrik terputus dan lampu mati.
- d) Jalur Catu Daya ESP32
Jalur catu daya digunakan untuk memberikan tegangan kerja pada mikrokontroler ESP32.
 - 1) Komputer / Adaptor USB ke Kabel USB Micro
 - 2) Kabel USB Micro ke ESP32

Selain sebagai sumber daya 5V, kabel USB Micro juga digunakan untuk mengunggah program dari Arduino IDE ke ESP32 selama proses pengembangan dan pengujian sistem.
- e) Jalur Integrasi Sistem IoT
Jalur integrasi digunakan untuk menghubungkan sistem kontrol dengan ESP32 melalui jaringan internet maupun jaringan lokal.
 - 1) Google Assistant ke Google Home
 - 2) Google Home ke Sinric Pro
 - 3) Sinric Pro ke ESP32 melalui WiFi
 - 4) Website Lokal ESP32 ke ESP32 melalui jaringan lokal

Melalui jalur ini, pengguna dapat mengendalikan lampu dan kipas baik secara online menggunakan Google Assistant, Google Home, dan Sinric Pro maupun secara offline melalui website lokal yang berjalan pada ESP32.

C. Pembuatan Prototype

Tahap penciptaan prototype dilakukan dengan menerapkan desain sistem rumah pintar menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendalian. ESP32 terhubung ke modul relay yang digunakan untuk mengontrol lampu dan kipas angin.

Sistem ini dirancang agar bisa menerima perintah melalui internet maupun jaringan lokal, memberi pengguna kemampuan untuk mengendalikan perangkat dengan lebih leluasa.

Dalam prototype ini, ESP32 terhubung dengan platform Sinric Pro dan Google Assistant, sehingga memungkinkan kontrol perangkat dengan menggunakan suara. Selain itu, ESP32 juga mendukung web server lokal yang menawarkan antarmuka berbasis website dengan desain responsif. Website dapat diakses melalui alamat IP ESP32 dalam jaringan LAN yang sama untuk menghidupkan atau mematikan perangkat secara instan. Berkat integrasi tersebut, prototype yang dibuat dapat mengatur lampu dan kipas angin secara real-time, baik dalam kondisi online maupun offline.

D. Pengujian Prototype

Pengujian *prototype* adalah langkah penting untuk memastikan semua fungsi dalam sistem *smart home* hybrid beroperasi seperti yang direncanakan. Proses pengujian mencakup pengontrolan lampu dan kipas, reaksi sistem, serta mode offline ketika sinyal jaringan tidak tersedia. Hal

ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nannung et al., yang menekankan bahwa uji coba prototype pada sistem berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM dilakukan agar semua sensor dan komponen dalam sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat[14].

Pengujian prototipe bagian menjadi dua fase, yaitu pengujian kinerja program dan pengujian durasi respon program.

1) Pengujian Fungsi Sistem

Pengujian fungsi dilaksanakan dengan mengirimkan instruksi melalui Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, dan Situs Web Lokal (offline) guna mengontrol lampu serta kipas. Kesuksesan pengujian kinerja berdasarkan keselarasan antara instruksi yang diberikan dan tanggapan perangkat.

2) Sistem Respons Pengujian Waktu

Pengujian respons waktu berupaya mengukur durasi yang diperlukan sistem dari saat menerima proses hingga perangkat mengeksekusi perintah tersebut. Setiap fungsi diuji sebanyak tiga kali pada semua cara kontrol yang dipakai. Nilai rata-rata (mean) waktu respon dihitung memakai rumus:

$$\text{Mean} = \frac{\text{Percobaan1} + \text{Percobaan2} + \text{Percobaan3}}{3}$$

Hasil uji coba tersebut selanjutnya ditelaah guna memahami perbedaan kinerja antara sistem daring dan offlin.

E. Evaluasi Dan Perbaikan

Evaluasi dan perbaikan adalah langkah untuk menganalisis hasil pengujian guna mengidentifikasi kelemahan dalam sistem dan melakukan peningkatan agar kinerja sistem menjadi lebih efisien. Di tahap ini, perbaikan dilakukan terhadap masalah-masalah seperti lambatnya respon, error dalam koneksi, serta fungsi kontrol yang belum beroperasi secara optimal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisi keluaran penerapan dan evaluasi sistem *Smart Home Hybrid* yang berpusat pada ESP32. Evaluasi dilakukan terhadap pengaturan lampu dan kipas DC menggunakan cara online (Google Assistant, Google Home, dan Sinric Pro) serta offline melalui situs web lokal ESP32. Keluaran evaluasi dimanfaatkan untuk menentukan tingkat keberhasilan sistem dan menilai kinerja kerja berdasarkan waktu tanggapan setiap cara kontrol.

Sistem keluaran penelitian dan pembahasan diuraikan melalui beberapa tahapan berikut ini:

1. Hasil Implementasi Prototype

A. Implementasi Prototype

Pelaksanaan prototype dilakukan dengan menciptakan miniatur rumah pintar yang menggunakan ESP32, modul relay, lampu, dan kipas DC sebagai komponen utama dari sistem.



Gambar 17. Prototype Lampu dan Kipas ON



Gambar 18. Prototype Lampu dan Kipas OFF



Gambar 19. Prototype Lampu ON



Gambar 20. Prototype Lampu OFF

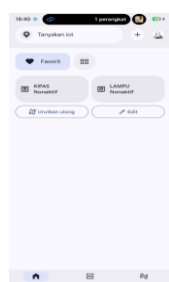


Gambar 21. Prototype Kipas ON

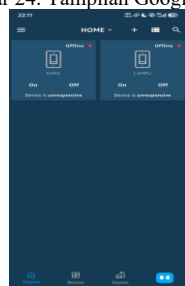


Gambar 22. Prototype Kipas OFF

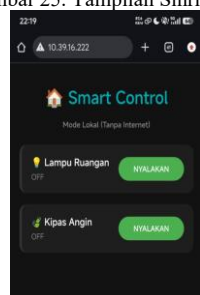
- B. Implementasi Perangkat Lunak
Pelaksanaan perangkat lunak dilakukan dengan menggabungkan ESP32 dengan Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, dan situs web lokal ESP32. Penggabungan ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol lampu dan kipas baik melalui internet maupun jaringan lokal.



Gambar 24. Tampilan Google Home



Gambar 25. Tampilan Sinric Pro



Gambar 26. Tampilan Web Server Lokal ESP32

2. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem dalam pengontrolan lampu dan kipas DC melalui metode kontrol yang telah diterapkan. Hasil pengujian bagian ini merupakan pengujian fungsionalitas

sistem dan pengujian waktu respon untuk melihat keberhasilan fungsi serta kinerja respon dari masing-masing metode kontrol.

A. Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian fungsionalitas dilakukan untuk melihat kesesuaian antara perintah yang diberikan dengan respon perangkat yang dikendalikan. Pengujian dilakukan pada seluruh metode kontrol. Hasil pengujian dapat dilihat Tabel I.

Tabel I. Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian Fungsionalitas Sistem				
No	Metode Kontrol	Perintah	Hasil Diharapkan	Hasil
1	Google Assistant	Nyalakan lampu	Lampu menyala	Berhasil
2	Google Assistant	Matikan lampu	Lampu mati	Berhasil
3	Google Assistant	Nyalakan kipas	Kipas menyala	Berhasil
4	Google Assistant	Matikan kipas	Kipas mati	Berhasil
5	Google Home	Tombol lampu ON	Lampu menyala	Berhasil
6	Google Home	Tombol lampu Off	Lampu mati	Berhasil
7	Google Home	Tombol kipas ON	Kipas menyala	Berhasil
8	Google Home	Tombol kipas OFF	Kipas mati	Berhasil
9	Sinric Pro	Tombol lampu ON	Lampu menyala	Berhasil
10	Sinric Pro	Tombol lampu Off	Lampu mati	Berhasil
11	Sinric Pro	Tombol kipas ON	Kipas menyala	Berhasil
12	Sinric Pro	Tombol kipas OFF	Kipas mati	Berhasil
13	Website Lokal (Offline)	Tombol lampu ON	Lampu menyala	Berhasil
14	Website Lokal (Offline)	Tombol lampu Off	Lampu mati	Berhasil
15	Website Lokal (Offline)	Tombol kipas ON	Kipas menyala	Berhasil
16	Website Lokal (Offline)	Tombol kipas OFF	Kipas mati	Berhasil

Berdasarkan hasil uji coba pada Tabel I, semua skenario yang diuji berhasil menghasilkan output yang memuaskan. Sistem ini dapat berjalan dengan baik berkat perintah dari berbagai cara kontrol yang digunakan. Penggunaan Google Assistant berhasil menerjemahkan perintah suara menjadi aksi kontrol perangkat, sedangkan Google Home dan Sinric Pro dapat digunakan sebagai media kontrol melalui tombol antarmuka.

Selain kontrol berbasis internet, pengujian pada Website Lokal juga menunjukkan bahwa sistem tetap dapat beroperasi tanpa menggunakan layanan cloud. Perintah yang diberikan melalui website lokal dapat diterima oleh ESP32 dan diteruskan menuju relay untuk mengatur kondisi lampu dan kipas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan sistem hybrid mampu memberikan kontrol alternatif ketika salah satu metode mengalami kendala.

B. Pengujian Waktu Respon Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk memahami kinerja sistem dalam menanggapi input pengguna. Nilai waktu respon diperoleh dari durasi yang diperlukan dari saat perintah diberikan hingga perangkat bereaksi sesuai Arah. Setiap fungsi diuji sebanyak tiga kali demi memperoleh nilai rata-rata waktu respon.

Tabel II. Pengujian Sistem

Pengujian Waktu Respon Sistem						
No	Kontrol	Fungsi	Coba 1 (detik)	Coba 2 (detik)	Coba3 (detik)	Rata-Rata (detik)
1	Google Assistant	Lampu ON	2,75	2,42	2,69	2,62
2	Google Assistant	Lampu OFF	1,50	1,96	3,29	2,25
3	Google Assistant	Kipas ON	2,00	2,97	3,69	2,89
4	Google Assistant	Kipas OFF	2,24	1,58	2,00	1,94
5	Google Home	Lampu ON	1,51	1,31	1,50	1,44
6	Google Home	Lampu OFF	2,17	1,10	1,35	1,54
7	Google Home	Kipas ON	1,26	2,10	1,28	1,55
8	Google Home	Kipas OFF	1,29	1,00	1,00	1,10
9	Sinric Pro	Lampu ON	0,93	1,20	1,05	1,06
10	Sinric Pro	Lampu OFF	1,10	1,20	0,86	1,05
11	Sinric Pro	Kipas ON	0,85	1,25	1,30	1,13
12	Sinric Pro	Kipas OFF	1,10	0,85	0,75	0,90
13	Website Lokal (Offline)	Lampu ON	0,45	0,40	0,26	0,37
14	Website Lokal (Offline)	Lampu OFF	0,21	0,14	0,13	0,16
15	Website Lokal (Offline)	Kipas ON	0,59	1,84	1,25	1,23
16	Website Lokal (Offline)	Kipas OFF	2,76	2,80	0,66	2,07

Berdasarkan Tabel II, setiap metode kontrol memiliki waktu respons yang berbeda. Google Assistant menunjukkan waktu respons yang lebih lama karena perintah harus melalui proses pengenalan suara dan komunikasi internet sebelum diterima ESP32. Selain itu, waktu respons pada metode online dipengaruhi oleh kualitas koneksi internet dan layanan cloud.

Google Home dan Sinric Pro memiliki waktu respons yang relatif lebih cepat karena perintah diberikan langsung melalui aplikasi, namun tetap bergantung pada jaringan internet. Sementara itu, Website Lokal (Offline) cenderung memberikan respons lebih cepat karena perintah diproses langsung oleh ESP32 melalui jaringan lokal tanpa menggunakan server internet.

Secara umum, seluruh metode kontrol dapat bekerja dengan baik. Penerapan sistem hybrid memungkinkan perangkat tetap dapat dikendalikan baik melalui internet maupun secara lokal saat koneksi internet tidak tersedia.

3. Analisis Perbandingan Sistem

Berdasarkan Tabel I, seluruh metode kontrol yang diuji, yaitu Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, dan Website Lokal ESP32, berhasil menjalankan semua perintah yang diberikan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem smart home hybrid mampu mengontrol lampu dan kipas DC dengan tingkat keberhasilan 100% pada mode online maupun offline.

Hasil pengujian waktu respon pada Tabel II menunjukkan bahwa Google Assistant memiliki waktu respon paling lama, yaitu 1,94–2,89 detik. Hal ini disebabkan oleh proses pengenalan suara dan komunikasi data melalui internet sebelum perintah diterima oleh ESP32.

Google Home dan Sinric Pro memberikan waktu respon yang lebih cepat, masing-masing berkisar 1,10–1,55 detik dan 0,90–1,13 detik. Meskipun demikian, kedua metode tersebut tetap

bergantung pada kualitas koneksi internet dan layanan cloud.

Pada mode offline, Website Lokal ESP32 menunjukkan waktu respon tercepat, khususnya pada pengujian lampu dengan rentang 0,16–0,37 detik. Secara keseluruhan, sistem hybrid yang dikembangkan mampu memberikan kinerja kontrol yang baik serta tetap dapat digunakan saat koneksi internet tidak tersedia.

4. Evaluasi dan Perbaikan

Setelah diimplementasikan dan diuji, sistem Smart Home Hybrid yang menggunakan ESP32 berhasil mengendalikan lampu dan kipas DC melalui Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, dan juga situs web lokal, sesuai dengan kegunaan yang telah ditetapkan.

Hambatan yang dihadapi meliputi kekeliruan pemasangan kabel dan sambungan internet yang kurang stabil. Masalah penyelesaian kabel diselesaikan dengan memeriksa kembali sesuai diagram sirkuit, sementara gangguan internet diatasi menggunakan fitur situs web lokal pada ESP32 agar alat masih dapat dikontrol tanpa koneksi. Setelah perbaikan, semua fungsi sistem bekerja dengan baik saat terhubung maupun tidak terhubung.

5. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem Smart Home hibrida berbasis ESP32 berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan dan mampu mengendalikan lampu serta kipas DC melalui empat metode, yaitu Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, dan Website Lokal ESP32.

Pada mode online, sistem memungkinkan pengendalian perangkat melalui perintah suara maupun aplikasi dengan baik, meskipun waktu respons dapat meningkat ketika koneksi internet tidak stabil.

Sementara itu, mode offline menggunakan Website Lokal ESP32 memberikan waktu respons yang lebih cepat karena komunikasi dilakukan langsung melalui jaringan lokal tanpa

server cloud. Perbedaan waktu respons dipengaruhi oleh jumlah tahapan komunikasi yang dilalui setiap metode.

Meskipun demikian, seluruh metode pengendalian berfungsi dengan baik, dan kombinasi mode online serta offline meningkatkan keandalan sistem karena perangkat tetap dapat dikendalikan saat koneksi internet terganggu.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, sistem pengendalian rumah pintar hybrid berbasis ESP32 telah berhasil diterapkan untuk mengatur lampu dan kipas DC lewat Google Assistant, Google Home, Sinric Pro, serta Website Lokal ESP32. Setiap metode pengendalian berfungsi dengan optimal sehingga tujuan dari penelitian ini telah tercapai.

Penggunaan mode online dan offline membawa peningkatan dalam fleksibilitas dan kehandalan sistem. Ketika koneksi internet terhubung, perangkat bisa dikendalikan dari jarak jauh, sementara saat internet mengalami gangguan, pengguna masih dapat mengatur perangkat melalui website lokal dengan waktu respons yang lebih cepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT, atas segala berkat dan anugerah-Nya yang telah membantu saya menyelesaikan jurnal ini dengan baik.

Penulis juga ingin mengucapkan rasa terima kasih yang tulus kepada orang tua yang terus mendoakan, memberikan dukungan, dan membantu secara finansial agar proses penulisan jurnal ini bisa berjalan dengan baik.

Terima kasih juga kepada teman-teman yang selalu memberi dorongan, bantuan, dan semangat selama proses penulisan jurnal ini, serta kepada semua pihak yang ikut berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam menyelesaikan jurnal ini. Semoga semua kebaikan yang telah dilakukan mendapat balasan yang lebih besar lagi dari Tuhan Yang Esa.

REFERENSI

- [1] J. Kajian and T. Elektro, "RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI KELISTRIKAN RUMAH TANGGA BERBASIS APLIKASI TELEGRAM INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK," vol. 7, no. 1, 2022.
- [2] C. Sanjay, K. Jahnavi, and S. Karanth, "A secured deep learning based smart home automation system," *International Journal of Information Technology (Singapore)*, vol. 16, no. 8, pp. 5239–5245, Dec. 2024, doi: 10.1007/s41870-024-02097-1.
- [3] B. Artono and R. G. Putra, "Penerapan Internet Of Things (IoT) Untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino Berbasis Web," *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, vol. 5, no. 1, pp. 9–16, Apr. 2019, doi: 10.25047/jtit.v5i1.73.
- [4] M. Ridwan, A. Pribadi, and A. Nofiar. Am, "Smart Home Control Prototype Based on Internet of Things Using Google Assistant," *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 3, pp. 1312–1321, Nov. 2025, doi: 10.51454/decode.v5i3.1274.
- [5] C. Stojescu-Crisan, C. Crisan, and B. P. Butunoi, "An iot-based smart home automation system," *Sensors*, vol. 21, no. 11, Jun. 2021, doi: 10.3390/s21113784.
- [6] M. Salman Farizi *et al.*, "IMPLEMENTASI SPEECH RECOGNITION PADA SISTEM KENDALI PERANGKAT ELEKTRONIK RUMAH BERBASIS IoT (Internet of Things) DAN MOBILE APPLICATION," 2022.
- [7] Mutiara Syafrizal, Vidya Ikawati, Agus Siswanto, and N. Lestari, "SISTEM KEAMANAN DOOR LOCK BERBASIS VOICE RECOGNITION DENGAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING," *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 9, no. 1, pp. 1–11, Jun. 2024, doi: 10.32897/infotronik.2024.9.1.3611.
- [8] H. Isyanto, A. S. Arifin, and M. Suryanegara, "Design and Implementation of IoT-Based Smart Home Voice Commands for disabled people using Google Assistant," in *Proceeding - ICoSTA 2020: 2020 International Conference on Smart Technology and Applications: Empowering Industrial IoT by Implementing Green Technology for Sustainable Development*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Feb. 2020. doi: 10.1109/ICoSTA48221.2020.1570613925.
- [9] I. Nyoman, B. Hartawan, and W. Sudiarsa, "ANALISIS KINERJA INTERNET OF THINGS BERBASIS FIREBASE REAL-TIME DATABASE," Online, 2019. [Online]. Available: <http://jurnal.stiki-indonesia.ac.id/index.php/jurnalresistor>
- [10] Y. B. Widodo, A. M. Ichsan, and T. Sutabri, "Perancangan Sistem Smart Home Dengan Konsep Internet Of Things Hybrid Berbasis Protokol Message Queuing Telemetry Transport," *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, vol. 6, no. 2, pp. 123–136, Sep. 2020, doi: 10.37012/jtik.v6i2.302.
- [11] A. Buana Surabaya, A. Winarno, and M. Kevin Nurcahyo, "Smart Home Remote Control System Prototype Using Internet of Things (IoT) Based ESP8266 Microcontroller," vol. 05, no. 02, p. 2023.
- [12] Ade Rahayu, "Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Pengertian, Jenis dan Tahapan," *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 3, pp. 459–470, Jul. 2025, doi: 10.54259/diajar.v4i3.5092.
- [13] S. E. Mawaddah, "Prototipe Sistem Kendali Perabot Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things," *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*, vol. 14, no. 2, p. 2022, [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=cc.blynk>
- [14] J. Nannung, A. Sa'ban Miru, Muliadi, and Gunawan, "Development of an IoT-Based Home Security System Prototype Using Multisensors and ESP32-CAM," *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, pp. 168–177, Jun. 2025, doi: 10.59562/jessi.v6i2.8456.