



Analisis Kinerja Sistem Kendali Lampu Berbasis IoT Menggunakan Sensor Suara Berdasarkan Jarak dan Intensitas

**Engky Andre Naibaho¹, Meidan Rita Ndraha², Andri S. Pratama³, Marselina Manalu⁴,
Otniel Laia⁵, Sulindawaty⁶**

¹Teknologi Informasi, STMIK Pelita Nusantara, Medan, Indonesia

^{2,3,4,5,6}Teknik Informatika, STMIK Pelita Nusantara, Medan, Indonesia

* correspondence: engkyynaibaho@gmail.com

ABSTRAK

Sistem kendali lampu berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor suara merupakan salah satu solusi praktis dalam pengembangan sistem rumah pintar. Namun, kinerja sistem ini sangat dipengaruhi oleh jarak sumber suara dan intensitas bunyi yang diterima oleh sensor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem kendali lampu berbasis IoT menggunakan sensor suara berdasarkan variasi jarak dan intensitas suara. Sistem dibangun menggunakan Arduino Uno sebagai unit pemroses utama, modul ESP-01 sebagai penghubung ke jaringan internet, sensor suara sebagai input, dan relay sebagai pengendali lampu. Pengujian dilakukan pada jarak 1 m, 2 m, dan 3 m dengan tiga tingkat intensitas suara (lemah, sedang, dan kuat), masing-masing sebanyak 10 kali percobaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keberhasilan tertinggi pada jarak 1 meter dengan intensitas sedang hingga kuat (100%), sedangkan pada jarak 3 meter dengan intensitas lemah tingkat keberhasilan menurun hingga 60%. Selain itu, sistem mampu mengirimkan status lampu ke aplikasi IoT secara real-time melalui modul ESP-01. Hasil ini menunjukkan bahwa jarak dan intensitas suara berpengaruh signifikan terhadap kinerja sistem kendali lampu berbasis IoT.

Kata kunci: Internet of Things, sensor suara, Arduino Uno, ESP-01, kendali lampu, jarak, intensitas

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memungkinkan berbagai perangkat listrik untuk terhubung ke jaringan internet sehingga dapat dipantau dan dikendalikan secara jarak jauh. Salah satu penerapan IoT yang banyak dikembangkan adalah pada sistem otomasi rumah (*smart home*), khususnya dalam pengendalian lampu. (Herlina et al. 2022) Lampu merupakan perangkat yang paling sering digunakan dalam aktivitas sehari-hari, sehingga pengendalian yang praktis dan efisien sangat dibutuhkan. Pada umumnya, pengoperasian lampu masih dilakukan menggunakan sakelar manual. Cara ini dinilai kurang praktis, terutama ketika pengguna berada jauh dari sakelar atau memiliki keterbatasan mobilitas. menurut (Hutabarat et al. 2024), sistem konvensional

tidak menyediakan fitur pemantauan dan pengendalian dari jarak jauh. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali lampu yang lebih fleksibel, mudah digunakan, dan terintegrasi dengan teknologi IoT. Dalam konteks *smart home*, sistem kendali perangkat listrik menjadi salah satu fokus utama pengembangan. Menurut (Rahmawati, Nurjanah, and Sabilla 2024) Lampu merupakan perangkat listrik yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, baik di lingkungan rumah, sekolah, perkantoran, maupun fasilitas umum. Namun demikian, pengendalian lampu pada umumnya masih dilakukan secara manual menggunakan saklar konvensional. Metode ini memiliki sejumlah keterbatasan, antara lain kurang praktis ketika pengguna berada jauh dari saklar, tidak mendukung pengendalian jarak jauh, serta kurang ramah bagi pengguna dengan keterbatasan mobilitas. Selain itu, pengoperasian lampu secara manual juga berpotensi menyebabkan pemborosan energi listrik apabila lampu tidak dimatikan tepat waktu. Seiring dengan berkembangnya teknologi IoT, berbagai metode kendali lampu telah dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan tersebut, seperti kendali berbasis aplikasi mobile, sensor gerak, sensor cahaya, maupun perintah suara. Salah satu pendekatan yang relatif sederhana dan mudah diimplementasikan adalah pengendalian lampu menggunakan sensor suara dengan perintah berupa tepukan tangan. Pendekatan ini memungkinkan pengguna mengontrol lampu tanpa harus melakukan kontak fisik dengan saklar, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dan kepraktisan dalam penggunaan sehari-hari. Sensor suara bekerja dengan mendeteksi gelombang akustik di lingkungan sekitar dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Sinyal tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan aksi yang akan dilakukan, seperti menyalakan atau mematikan lampu melalui aktuator berupa *relay* (Badarudin 2024). Apabila sistem kendali lampu berbasis sensor suara ini diintegrasikan dengan teknologi IoT, maka pengendalian lampu tidak hanya dapat dilakukan secara lokal melalui suara, tetapi juga dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh menggunakan jaringan internet dan aplikasi pada perangkat *smartphone* (Susilo, Sari, and Krisna 2021). Integrasi ini memberikan fleksibilitas yang lebih tinggi bagi pengguna serta mendukung konsep otomasi rumah yang modern. Meskipun sistem kendali lampu berbasis sensor suara menawarkan kemudahan dan efisiensi, kinerjanya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Dua faktor utama yang memengaruhi keberhasilan pendeteksian perintah suara adalah jarak antara sumber suara dan sensor, serta intensitas atau tingkat keras suara yang dihasilkan. Pada jarak yang semakin jauh, energi gelombang suara akan berkurang sehingga dapat menurunkan akurasi sensor dalam mendeteksi perintah. Selain itu, suara dengan intensitas rendah berpotensi tidak terdeteksi dengan baik, terutama jika terdapat gangguan suara lain di lingkungan sekitar. Kondisi ini dapat menyebabkan sistem gagal merespons atau menghasilkan respons yang tidak konsisten. Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas perancangan dan implementasi sistem kendali lampu berbasis IoT menggunakan sensor suara. Namun, sebagian besar penelitian tersebut lebih menitikberatkan pada aspek fungsional sistem, yaitu membuktikan bahwa lampu dapat dikendalikan menggunakan suara dan jaringan internet. Kajian yang secara khusus menganalisis kinerja sistem berdasarkan variasi jarak dan intensitas suara masih relatif terbatas. Padahal, analisis tersebut penting untuk mengetahui batas kerja sistem, tingkat keandalan, serta kondisi optimal penggunaan dalam lingkungan nyata.

Berdasarkan hal tersebut, menurut (Hadi et al. 2022) penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem kendali lampu berbasis IoT menggunakan sensor suara berdasarkan variasi jarak dan intensitas bunyi. Sistem dibangun menggunakan Arduino Uno sebagai unit pemroses dan modul ESP-01 sebagai penghubung ke jaringan internet, sehingga selain dapat dikendalikan melalui tepukan tangan, status lampu juga dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi IoT. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi kerja optimal sistem serta menjadi dasar bagi pengembangan sistem kendali lampu berbasis IoT yang lebih andal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu dengan merancang, membangun, dan menguji sebuah sistem kendali lampu berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor suara. Pendekatan ini dipilih karena tujuan utama penelitian adalah menganalisis kinerja sistem kendali lampu berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor suara berdasarkan variasi jarak dan intensitas suara. Melalui pendekatan eksperimental, pengujian dapat dilakukan secara langsung dalam kondisi terkontrol sehingga hasil yang diperoleh dapat dianalisis secara objektif. Sistem yang dikembangkan terdiri dari Arduino Uno sebagai unit pemroses utama, sensor suara sebagai perangkat input, modul ESP-01 (ESP8266) sebagai penghubung ke jaringan internet, modul relay sebagai pengendali arus listrik, dan lampu sebagai perangkat keluaran. Sensor suara mendeteksi bunyi tepukan tangan dan mengirimkan sinyal ke Arduino Uno untuk diproses. Arduino kemudian menentukan perubahan status lampu dan mengendalikan relay. Setelah itu, status lampu dikirimkan melalui modul ESP-01 ke aplikasi IoT sehingga dapat dipantau secara real-time. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno, yang bertugas mengolah sinyal dari sensor suara dan mengendalikan relay. Untuk mendukung konektivitas IoT, sistem dilengkapi dengan modul ESP8266 (ESP-01) yang memungkinkan sistem terhubung ke jaringan internet. Dengan adanya koneksi internet, status lampu dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi IoT pada perangkat *smartphone*. Secara umum, alur kerja sistem dimulai dari pendeteksian suara oleh sensor, pemrosesan data oleh mikrokontroler, pengendalian relay, hingga pengiriman informasi status ke aplikasi IoT.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor suara KY-037/KY-038 sebagai pendeteksi bunyi, modul ESP8266 (ESP-01) sebagai modul komunikasi Wi-Fi, modul relay satu kanal sebagai saklar elektronik, serta lampu sebagai perangkat keluaran. Selain itu, digunakan juga breadboard, kabel jumper, dan catu daya 5 V untuk mendukung perakitan sistem. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE sebagai lingkungan pemrograman mikrokontroler dan aplikasi IoT berbasis *mobile* sebagai antarmuka pengguna. Program pada mikrokontroler dirancang untuk membaca sinyal dari sensor suara, melakukan logika pengendalian lampu, serta mengirimkan status lampu ke aplikasi IoT melalui modul ESP8266. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga kategori, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas meliputi jarak sumber suara terhadap sensor dan intensitas suara. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Variabel bebas, yaitu jarak sumber suara (1 m, 2 m, dan 3 m) serta tingkat intensitas suara (lemah, sedang, dan kuat).

2. Variabel terikat, yaitu keberhasilan sistem dalam menyalakan atau mematikan lampu.
3. Variabel kontrol, meliputi jenis sensor suara, jenis mikrokontroler (Arduino Uno), modul Wi-Fi (ESP-01), dan kondisi lingkungan pengujian.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tingkat keberhasilan sistem dalam menyalakan dan mematikan lampu berdasarkan perintah suara. Sementara itu, variabel kontrol meliputi jenis sensor suara, jenis mikrokontroler, kondisi ruangan pengujian, serta konfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan selama penelitian. Pengujian dilakukan dengan memberikan tepukan tangan pada jarak tertentu dari sensor suara. Untuk setiap jarak (1 m, 2 m, dan 3 m), dilakukan pengujian menggunakan tiga tingkat intensitas suara, yaitu lemah, sedang, dan kuat. Setiap kombinasi jarak dan intensitas diuji sebanyak sepuluh kali. Pada setiap percobaan, diamati apakah sistem berhasil menyalakan atau mematikan lampu sesuai dengan perintah tepukan. Tahap berikutnya adalah pengujian sistem. Pengujian dilakukan dengan memberikan tepukan tangan pada jarak dan intensitas suara yang telah ditentukan. Setiap skenario pengujian dilakukan secara berulang untuk memperoleh data yang representatif. Selama proses pengujian, dicatat apakah sistem berhasil atau gagal dalam mengendalikan lampu sesuai dengan perintah suara yang diberikan. Data diperoleh dari hasil pengamatan langsung terhadap kondisi lampu setelah setiap percobaan. Hasil pengujian dicatat dalam bentuk jumlah keberhasilan dan kegagalan. Selanjutnya, data dianalisis dengan menghitung persentase keberhasilan sistem pada setiap kombinasi jarak dan intensitas suara. Hasil analisis ini digunakan untuk menentukan kondisi kerja optimal dan mengevaluasi keandalan sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan perangkat fisik untuk saling terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat bertukar data dan dikendalikan dari jarak jauh (Fan 2026). Dalam konteks sistem otomasi rumah (*smart home*), IoT digunakan untuk menghubungkan perangkat seperti lampu dan sensor dengan unit pemroses yang memiliki kemampuan komunikasi jaringan, sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan dan pengendalian perangkat secara real-time melalui aplikasi berbasis internet. Penerapan IoT pada sistem kendali lampu telah terbukti dapat meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi penggunaan energi karena pengguna dapat mengatur lampu tanpa harus berada di dekat saklar. Dalam konteks sistem rumah pintar (*smart home*), menurut (Yanti, Alfina, and Hidayat 2024) IoT berperan penting dalam mengintegrasikan perangkat listrik seperti lampu, kipas angin, pendingin ruangan, dan sistem keamanan ke dalam satu ekosistem yang dapat dikendalikan secara terpusat. Dengan adanya konektivitas internet, pengguna dapat memantau kondisi perangkat dan melakukan pengendalian dari jarak jauh menggunakan perangkat digital seperti *smartphone* atau komputer. Penerapan IoT pada sistem kendali lampu memungkinkan peningkatan efisiensi energi, fleksibilitas pengendalian, serta kenyamanan pengguna.



Gambar 2.1 Aplikasi IoT Blynk

Sistem Kendali Lampu Berbasis IoT

Sistem kendali lampu berbasis IoT adalah sistem yang dirancang untuk mengontrol kondisi lampu secara otomatis atau dari jarak jauh melalui jaringan internet. Sistem ini umumnya terdiri dari unit pemroses (mikrokontroler), perangkat input, serta aktuator seperti relay yang berfungsi mengatur aliran listrik ke lampu. Dengan adanya konektivitas internet, pengguna dapat memantau status lampu dan melakukan pengendalian menggunakan perangkat seperti smartphone atau komputer (Yanti, Alfina, and Hidayat 2024).

Menurut beberapa penelitian seperti (Rahmawati, Nurjanah, and Sabilla 2024), (Susilo, Sari, and Krisna 2021), (Hutabarat et al. 2024), sistem kendali lampu berbasis IoT memberikan keunggulan dibandingkan sistem konvensional karena memungkinkan pengguna mengetahui status lampu secara real-time dan mengendalikannya dari mana saja selama terhubung ke internet. Selain itu, sistem ini juga dapat dikembangkan dengan berbagai skenario otomatisasi, seperti penjadwalan waktu, pengendalian berbasis kondisi lingkungan, maupun integrasi dengan sensor lainnya. Dengan demikian, sistem kendali lampu berbasis IoT dinilai mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi serta mendukung penerapan konsep rumah pintar yang modern.

Sensor Suara sebagai Media Input

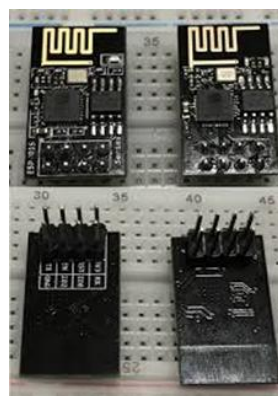
Menurut (Fan 2026) sensor suara merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi gelombang bunyi di lingkungan sekitar. Dalam sistem kendali lampu, sensor suara dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi tepukan tangan sebagai perintah. Sinyal bunyi yang diterima sensor akan diubah menjadi sinyal listrik dan diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan aksi yang harus dilakukan, yaitu menyalakan atau mematikan lampu. Kinerja sensor suara sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, khususnya jarak sumber suara dan tingkat intensitas bunyi. Penggunaan sensor suara sebagai media kendali memiliki kelebihan dari sisi kemudahan dan kepraktisan, karena pengguna tidak perlu melakukan kontak fisik dengan perangkat kendali. Namun, kinerja sensor suara sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti kebisingan latar, jarak sumber suara, dan intensitas bunyi. Oleh karena itu, pengaturan sensitivitas sensor dan pemilihan metode pengolahan sinyal yang tepat menjadi faktor penting dalam keberhasilan sistem kendali berbasis suara.



Gambar 2.3 Sensor Suara (KY-037 / KY-038)

Peran Arduino Uno dan Modul ESP-01

Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengolah sinyal dari sensor suara dan mengendalikan modul relay. Untuk memberikan kemampuan IoT, sistem ini menggunakan modul ESP-01 (ESP8266) yang bertugas menghubungkan Arduino dengan jaringan internet. Dengan kombinasi ini, sistem tidak hanya dapat bekerja secara lokal berdasarkan tepukan tangan, tetapi juga mampu mengirimkan informasi status lampu ke aplikasi IoT secara real-time. Arduino Uno sering digunakan karena kemudahan pemrograman dan kestabilannya, sedangkan ESP8266 dan ESP32 memiliki keunggulan berupa modul Wi-Fi terintegrasi. Kombinasi Arduino Uno dengan modul ESP8266 memungkinkan sistem untuk memisahkan proses pengolahan data dan komunikasi internet, sehingga sistem dapat bekerja secara lebih fleksibel.



Gambar 2.4 Arduino Uno dan Modul ESP-01 (ESP8266)

Sistem Kendali Lampu Menggunakan Relay Dan Sensor Suara Berbasis IoT

Sistem kendali lampu menggunakan sensor suara berbasis IoT merupakan integrasi antara teknologi sensor, mikrokontroler, dan jaringan internet. Pada sistem ini, sensor suara berfungsi mendeteksi bunyi tepukan tangan sebagai perintah, mikrokontroler mengolah sinyal tersebut, dan relay bertindak sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan lampu. Integrasi dengan IoT memungkinkan sistem untuk terhubung ke aplikasi atau platform daring sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan lampu secara

jarak jauh (Alexander and Turang 2015). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem kendali lampu berbasis sensor suara dan IoT dapat beroperasi dengan baik pada kondisi lingkungan tertentu. Namun, kinerja sistem sangat bergantung pada keakuratan sensor dalam mendeteksi perintah suara dan kestabilan koneksi internet. Oleh karena itu, pengujian sistem secara menyeluruh diperlukan untuk mengetahui tingkat keandalan dan batas kerja sistem.



Gambar 2.5 Lampu dan Fitting Lampu

Pengaruh Jarak dan Intensitas Suara

Dalam sistem berbasis sensor suara, jarak antara sumber bunyi dan sensor serta tingkat intensitas suara sangat mempengaruhi kemampuan sistem dalam mendeteksi perintah. Semakin jauh jarak sumber suara, energi gelombang bunyi yang diterima sensor akan semakin berkurang, sehingga kemungkinan terjadinya kesalahan deteksi meningkat. Demikian pula, suara dengan intensitas rendah lebih sulit dibedakan dari kebisingan lingkungan. Oleh karena itu, analisis kinerja sistem berdasarkan variasi jarak dan intensitas suara penting untuk menentukan batas kerja dan keandalan sistem. Beberapa studi seperti (Said 2023) menyatakan bahwa pengaturan ambang batas sensitivitas sensor sangat penting untuk menyesuaikan sistem dengan kondisi lingkungan tertentu. Pengaturan yang terlalu sensitif dapat menyebabkan *false positive*, sedangkan pengaturan yang kurang sensitif dapat menyebabkan *false negative*. Oleh karena itu, analisis kinerja sistem berdasarkan variasi jarak dan intensitas suara diperlukan untuk menentukan kondisi optimal penggunaan sistem. Penelitian ini hadir untuk melengkapi penelitian terdahulu dengan memberikan analisis kinerja sistem secara eksperimental berdasarkan dua parameter utama, yaitu jarak dan intensitas suara. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bentuk pemahaman yang lebih mendalam mengenai batas kerja dan tingkat keandalan sistem kendali lampu berbasis IoT menggunakan sensor suara.

Pengujian sistem kendali lampu berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor suara dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak sumber suara dan tingkat intensitas bunyi terhadap keberhasilan sistem dalam mengendalikan lampu. Pengujian dilakukan pada jarak 1 meter, 2 meter, dan 3 meter dengan tiga tingkat intensitas suara, yaitu lemah, sedang, dan kuat. Setiap kombinasi diuji sebanyak sepuluh kali. Seluruh pengujian dilakukan di dalam ruangan tertutup dengan tingkat kebisingan yang relatif rendah untuk meminimalkan gangguan dari suara lingkungan. Setiap skenario pengujian dilakukan

sebanyak sepuluh kali percobaan guna memperoleh hasil yang representatif dan dapat dianalisis secara kuantitatif. Keberhasilan sistem ditentukan berdasarkan kemampuan sistem dalam menyalakan atau mematikan lampu sesuai dengan perintah suara yang diberikan.

Hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem Kendali Lampu

Jarak (m)	Intensitas Suara	Jumlah Percobaan	Berhasil	Gagal	Persentase Keberhasilan
1	Lemah	10	9	1	90%
1	Sedang	10	10	0	100%
1	Kuat	10	10	0	100%
2	Lemah	10	8	2	80%
2	Sedang	10	9	1	90%
2	Kuat	10	10	0	100%
3	Lemah	10	6	4	60%
3	Sedang	10	8	2	80%
3	Kuat	10	9	1	90%

Berdasarkan data pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa tingkat keberhasilan sistem menurun seiring bertambahnya jarak antara sumber suara dan sensor. Pada jarak 1 meter, sistem menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan tingkat keberhasilan mencapai 90–100%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor suara mampu mendeteksi tepukan tangan secara optimal ketika sumber suara berada dekat dengan sensor. Pada jarak 2 meter, kinerja sistem masih tergolong baik, namun terjadi sedikit penurunan, khususnya pada intensitas suara lemah. Penurunan ini disebabkan oleh melemahnya energi gelombang suara yang diterima oleh sensor sehingga sinyal yang diterima tidak selalu melewati ambang batas deteksi. Pada jarak 3 meter, penurunan kinerja terlihat lebih signifikan, terutama pada intensitas suara lemah dengan tingkat keberhasilan hanya 60%. Hal ini menunjukkan bahwa pada jarak yang lebih jauh, sensor suara menjadi lebih sulit membedakan antara suara tepukan dan gangguan suara dari lingkungan.

Intensitas suara juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keberhasilan sistem. Pada semua jarak pengujian, suara dengan intensitas kuat menghasilkan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan suara lemah. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar intensitas bunyi, semakin besar pula kemungkinan sensor mendeteksi tepukan secara benar. Dari sisi IoT, modul ESP-01 mampu mengirimkan status lampu ke aplikasi IoT secara real-time dengan waktu tunda yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya mampu bekerja secara lokal melalui sensor suara, tetapi juga dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh secara stabil. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa jarak antara sumber suara dan sensor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja sistem. Semakin besar jarak sumber suara, semakin kecil energi gelombang suara yang diterima oleh sensor. Penurunan energi ini menyebabkan sinyal listrik yang dihasilkan sensor menjadi lebih lemah dan berpotensi berada di bawah ambang batas deteksi yang telah ditentukan. Pada jarak dekat, sensor menerima gelombang suara dengan amplitudo yang cukup besar sehingga proses pendeteksian

dapat dilakukan secara konsisten. Namun, pada jarak yang lebih jauh, terutama pada jarak 3 meter, sensor menjadi lebih rentan terhadap gangguan suara lingkungan dan fluktuasi sinyal. Kondisi ini menyebabkan sistem mengalami kegagalan dalam mendeteksi perintah suara secara konsisten.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali lampu berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor suara yang dibangun dengan Arduino Uno dan modul ESP-01 mampu bekerja dengan baik dalam mengendalikan lampu melalui perintah tepukan tangan dan pemantauan jarak jauh. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa jarak dan intensitas suara berpengaruh signifikan terhadap kinerja sistem. Tingkat keberhasilan tertinggi diperoleh pada jarak 1 meter dengan intensitas suara sedang hingga kuat yang mencapai 100%, sedangkan pada jarak 3 meter dengan intensitas suara lemah tingkat keberhasilan menurun hingga 60%. Hal ini disebabkan oleh melemahnya energi gelombang suara yang diterima oleh sensor seiring bertambahnya jarak dan berkurangnya intensitas bunyi. Selain itu, modul ESP-01 mampu mengirimkan status lampu ke aplikasi IoT secara real-time dengan latensi rendah, sehingga sistem tidak hanya berfungsi secara lokal tetapi juga dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan layak digunakan sebagai solusi sederhana dan efisien untuk aplikasi rumah pintar berbasis IoT, dengan catatan bahwa penempatan sensor dan kondisi lingkungan perlu diperhatikan untuk memperoleh kinerja optimal.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan sistem selanjutnya. Pertama, penggunaan sensor suara dengan tingkat sensitivitas yang lebih tinggi atau penerapan metode pemrosesan sinyal digital dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan akurasi pendeteksian, terutama pada jarak yang lebih jauh dan intensitas suara rendah. Kedua, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan mekanisme penyaringan (*filtering*) terhadap kebisingan lingkungan untuk mengurangi kemungkinan kesalahan pendeteksian. Ketiga, pengembangan sistem dengan integrasi sensor lain, seperti sensor gerak atau sensor cahaya, dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan dan fleksibilitas sistem kendali lampu. Penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan pengujian dengan menambahkan variasi kondisi lingkungan yang lebih beragam serta melakukan evaluasi konsumsi energi sistem. Dengan pengembangan tersebut, sistem kendali lampu berbasis IoT diharapkan dapat menjadi lebih andal dan siap diterapkan pada lingkungan nyata secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, Daniel, and Octavianus Turang. 2015. "Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile." 2015(November): 75–85.
- Badarudin, Rohjai. 2024. "Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Sensor." 12(3).
- Fan, Automation Of. 2026. "Otomatisasi Kipas Angin Dan Lampu Ruangan Berbasis

Internet of Things.” 05(1): 43–55.

Hadi, Sirojul et al. 2022. “Sistem Rumah Pintar Menggunakan Google Assistant Dan Blynk Berbasis Internet of Things Smart Home System Using Google Assistant and Blynk Based Internet of Things.” 21(3).

Herlina, Amalia, Moh Irfan Syahbana, M Adi Gunawan, and Moh Miftahul Rizqi. 2022. “Sistem Kendali Lampu Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk 2 . 0 Dengan Modul Nodemcu Esp8266.” 3(2): 61–66.

Hutabarat, Purnama Helena T et al. 2024. “Penerapan Pengujian Alat Kendali Perangkat Elektronik Menggunakan Sensor Suara Berbasis Arduino Uno R3.” 03(02): 32–35.

Rahmawati, Anin Octavia, Umi Nurjanah, and Chafidz Maulana Sabilla. 2024. “Perancangan Sistem Kendali Otomatis Lampu Menggunakan Sensor Suara Berbasis Arduino.” 2(3): 573–77.

Said, Muhammad Sadly. 2023. “Sistem Kontrol Lampu Menggunakan Sensor Suara.” 8(1).

Susilo, Dody, Churnia Sari, and Galas Widya Krisna. 2021. “Sistem Kendali Lampu Pada Smart Home Berbasis IoT (Internet of Things).” 2(1): 23–30.

Yanti, Yeni, Alfina Alfina, and Taufik Hidayat. 2024. “Sistem Monitoring Keamanan Kantor Berbasis Android Menggunakan Modul Wireless Esp-01.” 12(1).