

SMART GATEKEEPER: SISTEM PINTU MASUK CERDAS UNTUK PERPUSTAKAAN DENGAN KONTROL SUARA DAN PENGHITUNG OTOMATIS

Tholib Hariono

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

Moh Zuem Marzuki

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

Alamat: Jl. Garuda No. 09, Tambakberas, Jombang

Korespondensi penulis: hariono@unwaha.ac.id

Abstract. *This research develops "Smart Gatekeeper," a smart entrance system for automating library visitor monitoring. The system integrates an ESP32 microcontroller with a pair of infrared (IR) sensors for automatic visitor counting and a voice recognition module for basic interaction. Visitor data is displayed in real-time on an LCD and archived in a MySQL database for further analysis, while a DFPlayer Mini module provides voice feedback. System testing shows a 100% accuracy rate in detecting visitor traffic. The implementation of "Smart Gatekeeper" successfully improves efficiency, data accuracy, and adds a modern touch to library services.*

Keywords: *Smart Gatekeeper, Visitor Monitoring, IoT, ESP32*

Abstrak. Penelitian ini mengembangkan "Smart Gatekeeper", sistem pintu masuk cerdas untuk otomatisasi monitoring pengunjung perpustakaan. Sistem mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 dengan sepasang sensor inframerah (IR) untuk penghitungan pengunjung otomatis dan sebuah modul pengenalan suara untuk interaksi dasar. Data pengunjung ditampilkan secara real-time pada LCD dan diarsipkan dalam database MySQL untuk analisis lebih lanjut, sementara modul DFPlayer Mini memberikan umpan balik suara. Pengujian sistem menunjukkan tingkat akurasi 100% dalam mendeteksi lalu lintas pengunjung. Implementasi "Smart Gatekeeper" berhasil meningkatkan efisiensi, akurasi data, dan memberikan sentuhan modern pada layanan perpustakaan.

Kata kunci: Smart Gatekeeper, Monitoring Pengunjung, IoT, ESP32.IR

LATAR BELAKANG

Di era transformasi digital, institusi pendidikan seperti perpustakaan dituntut untuk beradaptasi dan meningkatkan layanannya melalui teknologi. Perpustakaan, sebagai pusat pengetahuan, tidak hanya dinilai dari koleksi bukunya, tetapi juga dari kemampuannya mengelola operasional secara efisien. Salah satu aspek fundamental dalam manajemen perpustakaan adalah pemantauan jumlah pengunjung, yang datanya krusial untuk alokasi sumber daya, evaluasi layanan, dan perencanaan strategis. Namun, metode pencatatan pengunjung secara manual yang masih banyak diterapkan kini tidak lagi memadai. Sistem konvensional ini memiliki kelemahan signifikan, seperti tingkat inefisiensi yang tinggi, potensi human error dalam pencatatan, dan kesulitan dalam mengolah data secara cepat. Keterbatasan ini menghambat perpustakaan dalam membuat keputusan berbasis data (*data-driven decision making*).

Penelitian ini mengembangkan "Smart Gatekeeper": sebuah sistem pintu masuk cerdas yang mengotomatisasi proses monitoring sekaligus meningkatkan pengalaman pengunjung. Dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, sistem ini tidak hanya

mampu melakukan penghitungan pengunjung secara akurat dan real-time menggunakan sensor inframerah (IR), tetapi juga menciptakan interaksi modern melalui kontrol suara. Fitur ini memungkinkan sistem memberikan sapaan otomatis atau informasi dasar, memberikan sentuhan futuristik pada layanan perpustakaan. Seluruh data yang terekam secara otomatis disimpan ke dalam basis data, memungkinkan analisis mendalam untuk pengambilan keputusan yang lebih baik.

KAJIAN TEORITIS

Kajian terhadap sistem monitoring otomatis menunjukkan evolusi yang signifikan, beralih dari sekadar pencatatan data menjadi sistem yang lebih interaktif dan cerdas. Penelitian-penelitian awal di bidang ini berfokus pada akurasi penghitungan pengunjung menggunakan sensor gerak. Sebagai contoh, studi oleh Hidayat et al. (2020) berhasil mengembangkan sistem monitoring ruangan berbasis IoT yang memanfaatkan sensor PIR untuk mencatat pergerakan orang secara real-time. Serupa dengan itu, Prasetyo dan Wardani (2021) mengombinasikan sensor PIR dan ultrasonik untuk menghitung pengunjung toko ritel, dengan keunggulan pada penyajian data visual melalui antarmuka web. Kedua penelitian ini membuktikan efektivitas sensor dalam akuisisi data kuantitatif, namun sistem yang dihasilkan cenderung pasif dan fungsional murni.

Seiring berkembangnya teknologi, aspek interaksi mulai diintegrasikan, salah satunya melalui pengenalan suara. Penelitian oleh Sari et al. (2022) menunjukkan bahwa modul pengenalan suara sederhana dapat diimplementasikan dengan tingkat keberhasilan yang tinggi untuk perintah-perintah standar. Hal ini membuka potensi pemanfaatan suara bukan hanya untuk kontrol, tetapi juga untuk menciptakan pengalaman pengguna yang lebih responsif dan modern dalam berbagai aplikasi. Dalam konteks spesifik perpustakaan, solusi digital yang ada masih menunjukkan keterbatasan. Studi oleh Lestari dan Gunawan (2021) yang menggunakan QR Code memang berhasil mendigitalisasi pencatatan, namun masih bergantung pada interaksi manual dari setiap pengunjung. Ketergantungan ini mengurangi efisiensi dan tidak sejalan dengan konsep otomatisasi penuh yang minim kontak. Keterbatasan inilah yang menjadi justifikasi utama untuk mengembangkan sistem yang lebih seamless.

Beberapa penelitian mutakhir telah mencoba menggabungkan berbagai teknologi. Misalnya, Ramadhan et al. (2023) mengintegrasikan sensor PIR dengan pengenalan suara untuk sistem keamanan, di mana suara berfungsi sebagai validasi akses. Studi ini mengonfirmasi bahwa fusi teknologi sensor dan suara dapat meningkatkan fungsionalitas sistem secara signifikan. Meskipun demikian, dari tinjauan pustaka yang dilakukan, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik menggabungkan teknologi penghitungan pengunjung otomatis yang pasif (menggunakan sensor IR) dengan interaksi suara proaktif (sebagai penyambut atau pemberi informasi) dalam satu sistem terintegrasi untuk lingkungan perpustakaan. Terdapat celah penelitian dalam menciptakan sebuah sistem yang tidak hanya efisien dalam mengumpulkan data, tetapi juga mampu meningkatkan pengalaman pengunjung (visitor experience) melalui interaksi cerdas.

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan "*Smart Gatekeeper*" untuk mengisi celah tersebut. Sistem ini akan mengadopsi kekuatan dari penelitian sebelumnya dalam hal akurasi penghitungan sensorik, sekaligus menambahkan dimensi baru berupa interaksi suara untuk menciptakan sebuah sistem pintu masuk yang fungsional, modern, dan ramah pengguna.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode pengembangan prototipe. Menurut Sommerville Ian, sebuah prototype adalah versi awal dari sistem perangkat lunak yang digunakan untuk mendemonstrasikan konsep-konsep, percobaan rancangan, dan menemukan lebih banyak masalah dan solusi yang memungkinkan. (Nugraha and Syarif 2018)

Model prototype dapat digunakan untuk memperjelas kepada pengembang perangkat lunak apa yang diinginkan pengguna dari mereka dalam hal persyaratan dan untuk menjernihkan kebingungan pengguna tentang masalah teknis. Mengumpulkan kebutuhan pengguna sebelum mengembangkan perangkat lunak adalah langkah pertama dalam proses Prototype. Perangkat lunak Prototype dibuat untuk membantu konsumen memvisualisasikan apa yang sebenarnya mereka inginkan. (Hariono et al. 2024)

Gambar 1 Metode prototipe



Gambar di atas menunjukkan suatu siklus proses pengembangan sistem atau perangkat lunak berbasis prototipe. Dari gambar tersebut, dapat dijabarkan poin-poin berikut:

1. Analisis dan Pengumpulan Kebutuhan (Listen to Customer) Tahap awal ini melibatkan komunikasi mendalam dengan *stakeholder* utama, yaitu pengelola dan staf perpustakaan. Tujuannya adalah untuk:
 - a. Memahami alur kerja sistem pencatatan manual yang sedang berjalan.

- b. Mengidentifikasi secara spesifik permasalahan dan keterbatasan sistem saat ini (misalnya, *human error*, inefisiensi waktu, kesulitan rekapitulasi data).
 - c. Mendefinisikan kebutuhan fungsional dan non-fungsional untuk sistem "Smart Gatekeeper" yang akan dikembangkan, termasuk ekspektasi terkait kemudahan penggunaan dan jenis data yang perlu direkam.
 2. Perancangan Cepat (Quick Design) Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, sebuah perancangan cepat dibuat untuk memvisualisasikan solusi. Tahap ini mencakup:
 - a. Perancangan Arsitektur Sistem: Membuat diagram blok yang menggambarkan hubungan antara semua komponen perangkat keras (ESP32, sensor IR, modul suara, LCD).
 - b. Perancangan Alur Kerja: Mengembangkan *flowchart* yang menjelaskan logika program, mulai dari deteksi pengunjung, proses penghitungan, interaksi suara, hingga penyimpanan data.
 - c. Perancangan Antarmuka: Membuat sketsa atau mockup sederhana untuk tampilan data pada layar LCD.
 3. Pembangunan Prototipe (Build/Mock-up) Pada tahap ini, perancangan diwujudkan menjadi sebuah model kerja (*working prototype*) pertama. Proses ini meliputi:
 - a. Perakitan Perangkat Keras: Merangkai seluruh komponen fisik sesuai dengan diagram blok yang telah dirancang.
 - b. Pengembangan Perangkat Lunak: Menulis dan mengunggah kode program ke mikrokontroler ESP32 berdasarkan *flowchart* alur kerja.
 - c. Pengujian Internal: Melakukan serangkaian tes fungsional oleh peneliti untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai harapan sebelum dievaluasi oleh pengguna.
 4. Evaluasi dan Umpan Balik Pengguna (Customer Test Drives Mock-up) Prototipe yang telah lulus uji internal kemudian diserahkan kepada pengguna (staf perpustakaan) untuk diuji coba dalam skenario penggunaan nyata. Tahap ini sangat krusial untuk:
 - a. Mengumpulkan Umpan Balik: Pengguna memberikan masukan mengenai kemudahan penggunaan (*usability*), keakuratan sistem, kejelasan informasi pada LCD, serta responsivitas fitur suara.
 - b. Validasi Fungsionalitas: Memastikan bahwa prototipe yang dibangun benar-benar menjawab permasalahan yang diidentifikasi pada tahap pertama.
 - c. Mendokumentasikan Kekurangan: Semua masukan dan temuan masalah dicatat secara sistematis untuk menjadi dasar perbaikan.
 5. Iterasi dan Penyempurnaan (Iteration) Ini adalah inti dari metode prototipe. Berdasarkan umpan balik dari pengguna, dilakukan siklus perbaikan. Peneliti akan kembali ke tahap 2 (Perancangan) jika ada perubahan desain yang signifikan, atau kembali ke tahap 3 (Pembangunan) jika hanya memerlukan perbaikan pada kode atau komponen. Proses evaluasi dan penyempurnaan ini diulang (iterasi) hingga prototipe dianggap final dan telah memenuhi semua kebutuhan yang ditetapkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hardware dan Software

Dalam perancangan sistem *monitoring* pengunjung perpustakaan, dibutuhkan kombinasi antara perangkat keras dan perangkat lunak agar sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan dan kebutuhannya. Selain itu, diperlukan pula beberapa komponen pendukung untuk merakit dan mengintegrasikan seluruh bagian sistem secara optimal.

a) Perangkat keras (*Hardware*)

Perangkat keras terdiri dari komputer PC / laptop, Arduino Esp32, Sensor IR e18\, LCD 20x4, Df Mini Player, Speaker, Breadboard, Kabel Jumper, Adaptor 5v dan kabel Usb Micro.

b) Perangkat Lunak (*Software*)

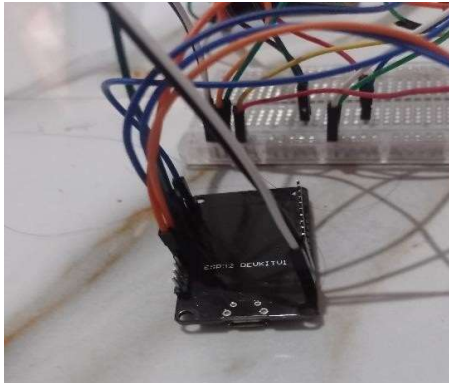
Perangkat lunak pada proyek ini dirancang menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan platform Arduino IDE yang mendukung pemrograman mikrokontroler ESP32. Dalam sistem ini, ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang mengatur interaksi antara sensor infrared (IR), LCD 20x4 berbasis I2C, serta modul DFPlayer Mini sebagai pemutar suara. Program diawali dengan proses inisialisasi, di mana sistem melakukan pengaturan pin digital sebagai input dari sensor IR, konfigurasi komunikasi I2C dengan modul LCD, dan pengaturan komunikasi serial dengan DFPlayer menggunakan pustaka `SoftwareSerial`. Proses setup ini juga menampilkan pesan awal pada layar LCD sebagai indikator sistem telah siap bekerja.

Logika utama sistem tertanam dalam blok loop(selesai) yang terus berjalan selama ESP32 aktif. Sensor IR akan mendeteksi urutan objek yang melewati jalurnya. Jika sensor IR1 aktif terlebih dahulu lalu diikuti IR2, maka sistem mencatat pengunjung masuk. Sebaliknya, jika IR2 lebih dahulu terpicu dan disusul IR1, maka tercatat pengunjung keluar. Setiap perubahan jumlah pengunjung akan ditampilkan secara real-time pada LCD. Bersamaan dengan itu, sistem juga memutar suara tertentu menggunakan DFPlayer Mini sebagai feedback suara. Untuk menjalankan fungsi-fungsi ini, digunakan pustaka seperti `LiquidCrystal_I2C` untuk tampilan, serta `DFRobotDFPlayerMini` untuk mengontrol pemutaran file MP3 dari kartu microSD. Perangkat lunak ini dibangun dengan pendekatan modul agar mudah dikembangkan dan dirawat. Mengingat keterbatasan memori pada mikrokontroler, program dibuat dengan efisien dan hanya menggunakan pustaka yang dibutuhkan.

2. Rangkaian ESP32

ESP32 ini berperan sebagai pusat kendali dari seluruh sistem alat ini. Mikrokontroler berbasis ESP32 ini memiliki konektivitas Wi-Fi yang memungkinkan alat dapat beroperasi secara otomatis. Esp32 ini juga bisa mengatur

kinerja berbagai komponen seperti sensor pir e18, df player mini, LCD 20x4 I2C, speaker.



Gambar 1. 2 Rangkaian ESP32

3. Rangkaian Sensor IR e18

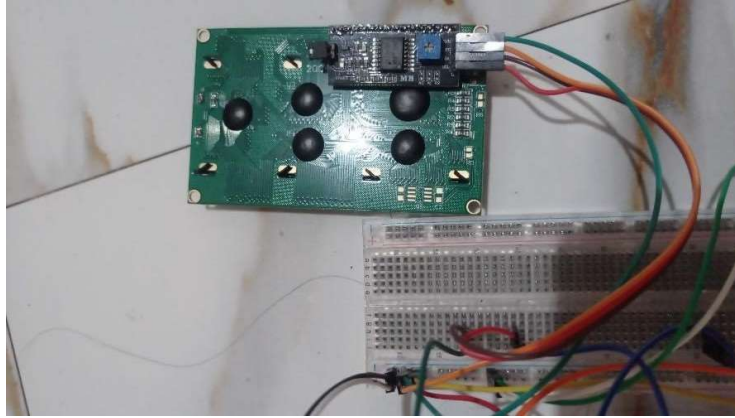
Rangkaian sensor inframerah jarak jauh berbasis pemantulan cahaya. Sensor ini biasa digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek dalam jarak tertentu (hingga sekitar 80 cm), dan sangat cocok digunakan dalam sistem monitoring atau deteksi kehadiran. . Ketika sensor mendeteksi keberadaan objek, pin OUT akan menghasilkan sinyal logika tinggi (HIGH) ke ESP32, yang kemudian bisa digunakan untuk mencatat kunjungan atau memicu respons lain, seperti memainkan suara melalui DFPlayer Mini. Integrasi sensor ini dengan ESP32 memungkinkan sistem untuk secara otomatis mencatat aktivitas manusia secara real-time tanpa interaksi manual.



Gambar 1. 3 Rangkaian Sensor IR

4. Rangkaian LCD 20x4 I2C

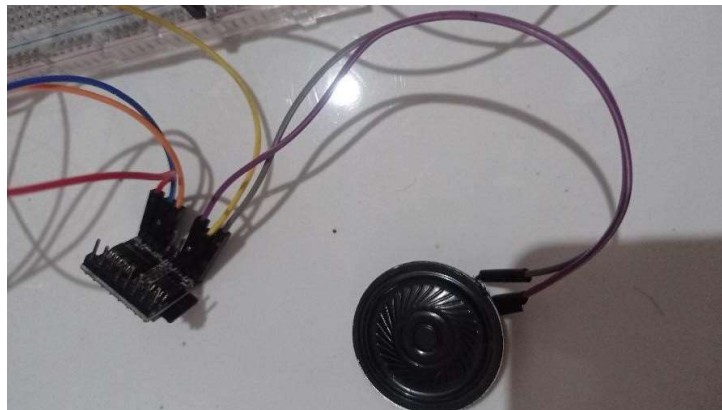
Rangkaian LCD 20x4 I2C ini terhubung langsung ke Esp32 melalui koneksi I2C, dan mendapatkan catu daya 5V dari sumber yang sama dengan mikrokontroler. Data yang -time tanpa ditampilkan diperbarui secara berkala setiap kali sensor membaca nilai jarak terbaru atau ketika terjadi perubahan status sistem, yaitu saat sensor dalam kondisi aktif atau nonaktif. Dengan adanya LCD ini, pengguna yang melalui alat dapat langsung melihat kondisi sistem secara real harus membuka databasenya, sehingga sistem tetap informatif meskipun tanpa koneksi internet.



Gambar 1.4 Rangkaian Lcd 20x4 12C

5. Rangkaian Df mini Player dan speaker

Rangkaian DFPlayer Mini yang terhubung ke speaker kecil melalui kabel jumper. Modul DFPlayer Mini adalah pemutar audio miniatur yang dapat membaca file suara dari microSD dan digunakan dalam proyek ini sebagai media pemberi notifikasi suara otomatis. Modul ini dihubungkan ke breadboard dan terintegrasi dengan mikrokontroler (seperti ESP32) untuk mengatur pemutaran suara tertentu sesuai dengan kondisi yang terdeteksi sistem, seperti jumlah pengunjung atau instruksi lainnya. Speaker kecil yang digunakan berfungsi sebagai output audio dari modul tersebut, yang akan mengeluarkan suara berdasarkan file MP3 yang tersimpan. Penggunaan modul ini sangat membantu dalam memberikan informasi berbasis suara secara efisien dan praktis dalam sistem monitoring otomatis.



Gambar 1.5 Rangkaian Df mini player dan speaker

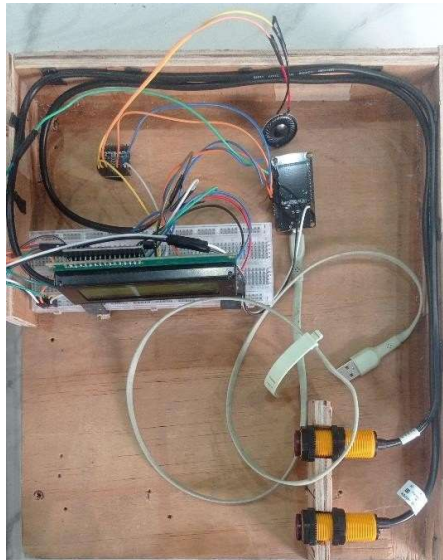
6. Rangkaian Keseluruhan Pada Alat

Rangkaian keseluruhan merupakan implementasi sistem Monitoring Pengunjung Perpustakaan Berbasis ESP32 yang terdiri dari rangkaian sensor, modul tampilan, modul suara, dan sistem pengendali utama. ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang mengatur semua komponen, menerima data dari sensor, memproses logika perhitungan, serta mengirimkan perintah ke modul tampilan dan audio. Dua buah sensor infrared tipe E18 dipasang sebagai pendeteksi arah masuk dan keluar

pengunjung. Masing-masing sensor dihubungkan ke pin input ESP32 untuk membaca status aktif atau tidaknya, dengan suplai daya dari pin 5V dan GND ESP32.

Hasil pembacaan sensor diolah untuk menentukan apakah pengunjung bertambah atau berkurang, lalu hasilnya ditampilkan pada LCD 16x2 dengan modul I2C (LCM1602) yang terhubung melalui jalur SDA dan SCL ESP32. Untuk memberikan umpan balik suara, digunakan modul DFPlayer Mini yang terhubung ke pin komunikasi serial ESP32 (TX dan RX) dan terhubung ke speaker kecil sebagai output audio. Modul ini memutar file suara yang tersimpan di microSD sesuai dengan perintah yang diberikan oleh ESP32, misalnya saat pengunjung masuk atau keluar.

Semua komponen dihubungkan menggunakan kabel jumper pada breadboard sehingga memudahkan proses perakitan dan pengujian. Suplai daya untuk seluruh rangkaian berasal dari port USB ESP32 yang terhubung ke komputer atau adaptor. Dengan konfigurasi ini, sistem dapat bekerja secara terintegrasi: sensor mendeteksi gerakan, mikrokontroler memproses data, LCD menampilkan jumlah pengunjung, dan DFPlayer Mini memberikan notifikasi suara secara otomatis.



Gambar 1. 6 Rangkaian Keseluruhan

7. Hasil pengujian

Pengujian sistem monitoring pengunjung perpustakaan berbasis Arduino ESP32 dengan sensor IR e18 dan modul DFPlayer Mini dilakukan untuk memastikan fungsionalitas, akurasi, serta integrasi data ke database. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi pergerakan masuk dan keluar pengunjung secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi. Pada setiap deteksi, jumlah pengunjung pada LCD 20x4 berubah sesuai kondisi, disertai pemutaran suara sambutan atau peringatan melalui DFPlayer Mini yang terdengar jelas.

Dalam kondisi normal, yaitu ketika satu orang melewati jalur sensor pada satu waktu, sistem bekerja sempurna dan tidak terjadi kesalahan pembacaan. Namun, ketika dua orang melewati sensor dari arah berlawanan secara bersamaan, sistem

terkadang mengalami kesulitan menentukan arah pergerakan, sehingga pembacaan tidak selalu akurat. Hal ini menjadi catatan penting untuk pengembangan selanjutnya.

Uji coba lapangan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan (P1–P10) pada kondisi normal, dan semua percobaan berhasil dengan tingkat keberhasilan deteksi 100%. Keberhasilan ini membuktikan bahwa sistem sangat andal dalam situasi lalu lintas normal pengunjung. Selain itu, sistem berhasil mengirim dan menyimpan data hasil deteksi ke database MySQL secara *real-time* melalui koneksi internet. Data yang tersimpan meliputi waktu (hari, tanggal, jam) dan jumlah pengunjung yang terdeteksi pada saat itu. Hasil pengecekan di *phpMyAdmin* menunjukkan tidak ada data yang hilang atau terduplikasi. Integrasi antara ESP32, sensor IR, modul suara, dan database berjalan optimal.

Tabel 1 Pengujian Alat

No	Aktivitas	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual
1	Pengunjung masuk	Satu orang melewati sensor IR masuk	Jumlah pengunjung bertambah 1 pada LCD	Sesuai harapan
2	Pengunjung keluar	Satu orang melewati sensor IR keluar	Jumlah pengunjung berkurang 1 pada LCD	Sesuai harapan
3	Pengunjung masuk dan keluar bersamaan	Dua orang melewati kedua sensor secara bersamaan dari arah berlawanan	Jumlah tidak berubah karena arah tidak dapat ditentukan	Terkadang tidak terdeteksi dengan akurat
4	Tidak ada gerakan di depan sensor	Tidak ada gerakan selama 30 detik	LCD tetap menampilkan jumlah terakhir tanpa perubahan	Tidak ada perubahan data, sesuai harapan
5	Pemutaran suara saat deteksi berhasil	Pancing sensor dengan tangan untuk uji suara	DFPlayer Mini memutar suara sambutan atau peringatan	Suara terdengar jelas dari speaker

Tabel 2 Hasil pengujian Lapangan

Pengujian	Proses Masuk	Proses Keluar	Presentase
P1	Berhasil	Berhasil	100%
P2	Berhasil	Berhasil	100%
P3	Berhasil	Berhasil	100%
P4	Berhasil	Berhasil	100%
P5	Berhasil	Berhasil	100%

P6	Berhasil	Berhasil	100%
P7	Berhasil	Berhasil	100%
P8	Berhasil	Berhasil	100%
P9	Berhasil	Berhasil	100%
P10	Berhasil	Berhasil	100%

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem monitoring pengunjung perpustakaan berbasis Arduino ESP32 dengan sensor IR e18 dan modul DFPlayer Mini berhasil berfungsi sesuai tujuan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi masuk dan keluarnya pengunjung secara otomatis dengan akurasi tinggi pada kondisi normal, menampilkan jumlah pengunjung secara real-time di LCD 20x4, serta memberikan umpan balik suara yang jelas. Data deteksi juga berhasil dikirim dan tersimpan secara real-time di database MySQL tanpa kehilangan atau duplikasi, sehingga dapat diakses dan dianalisis secara jarak jauh.

Pada pengujian lapangan sebanyak 10 kali percobaan, sistem mencapai tingkat keberhasilan 100% ketika satu orang melewati jalur sensor pada satu waktu. Kendala hanya muncul saat dua orang lewat bersamaan dari arah berlawanan, di mana arah terkadang tidak terdeteksi dengan tepat. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem efektif, cepat, dan akurat untuk membantu pengelolaan data pengunjung perpustakaan. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan menambahkan kombinasi sensor lain atau teknologi AI untuk meningkatkan akurasi, menyediakan penyimpanan data cadangan lokal, mengembangkan dashboard berbasis web atau mobile, memperluas kemampuan pengenalan suara, serta melengkapi perangkat dengan casing pelindung agar lebih aman dan rapi.

DAFTAR REFERENSI

- Amane, A. P. O., Sos, S., Febriana, R. W., Kom, S., Kom, M., Artiyasa, I. M., ... & Hut, S. (2023). Pemanfaatan dan Penerapan Internet Of Things (Iot) Di Berbagai Bidang. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Fadillah & Surya (2024). Rancang Bangun Audio Feedback System Berbasis ESP32. Jurnal Inovasi dan Teknologi Terapan,
- Fadillah, N., & Surya, M. (2024). "Rancang Bangun Sistem Audio Notifikasi Berbasis Arduino." Jurnal Inovasi dan Teknologi Terapan
- Hervina Agustien, S., & Fadilah, A. (2023). SISTEM PENCATAT PENGUNJUNG PERPUSTAKAAN BERBASIS RFID (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- Hidayat, R., Syamsuddin, S., & Fadillah, M. (2020). Sistem Monitoring Ruangan Menggunakan Sensor PIR Berbasis Arduino dan NodeMCU. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 8(3), 215-221.
- <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.8.3.215-221>.

- Lestari, A. D., & Gunawan, H. (2021). Sistem Pencatatan Pengunjung Perpustakaan Menggunakan QR Code Berbasis Mobile Apps. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 8(2), 142-150.
- Lestari, A. D., & Gunawan, H. (2021). Sistem Pencatatan Pengunjung Perpustakaan Menggunakan QR Code Berbasis Mobile Apps. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 8(2), 142-150.
- Nurdiansyah, M., & Hidayat, A. (2023). Implementasi Voice Recognition pada Sistem Kontrol Perangkat Pintar Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Terapan*, 9(2), 112-120.
- Prasetyo, D., & Wardani, D. A. (2021). Penerapan Sensor PIR dan Ultrasonik dalam Sistem Penghitung Jumlah Pengunjung. *Jurnal Informatika dan Komputer*, 7(1), 45-53.
- Pratiwi, R. A., & Nurhasanah, L. (2021). “Rancang Bangun Alat Deteksi Gerakan Menggunakan Sensor PIR Berbasis Arduino Uno.” *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*,
- Prayitno, A., & Susetyo, T. (2021). Implementasi Sensor PIR dan RTC pada Sistem Monitoring Pengunjung. *Jurnal Teknik Informatika*,
- Ramadhan, F., Wibowo, A., & Nugraha, R. (2023). Integrasi Sensor PIR dan Voice Recognition untuk Sistem Keamanan Ruangan. *Jurnal Elektronika dan Robotika*, 9(1), 33-40.
- Ramadhan, Y. R., & Sugiarto, B. (2023). Penggunaan ESP32 pada Sistem Monitoring Otomatis Berbasis IoT. *Jurnal Elektro dan Komputer*,
- Rizky, A. M., & Sari, D. F. (2021). Sistem Monitoring Jumlah Pengunjung Menggunakan Sensor PIR Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*,
- Sari, N., Kusuma, D., & Rahmawati, T. (2022). Implementasi Voice Recognition V3 pada Sistem Kontrol Perangkat Berbasis Arduino. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi*, 6(2), 100-108.
- Siregar, T. B., & Yuliani, D. (2021). “Implementasi LCD 20x4 sebagai Tampilan Data Monitoring.” *Jurnal Rekayasa Elektrika dan Otomasi*,
- Solikhin, I., Sobri, M., & Saputra, R. (2018). Sistem Informasi Pendataan Pengunjung Perpustakaan (Studi kasus: SMKN 1 Palembang). *JURNAL ILMIAH BETRIK: Besemah Teknologi Informasi dan Komputer*, 9(03), 140-151.
- Wijaya & Sari (2023). Perancangan Sistem Monitoring Jumlah Pengunjung Menggunakan ESP32 dan MySQL. *Jurnal Informatika*,
- Yuniarti, D., & Nugroho, D. (2021). Sistem Monitoring Otomatis Ruangan Berbasis IoT. *Jurnal Informatika dan Teknologi*, 5(1), 34-41.