

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Kerja Sistem

Sistem absensi otomatis berbasis pintu geser ini dirancang dengan mengintegrasikan berbagai perangkat keras utama, yaitu ESP32, RFID reader, Sensor Infrared, motor servo, driver motor L298N, LCD I2C, buzzer, dan catu daya. Setiap perangkat memiliki fungsi tertentu dalam mendukung kerja sistem secara keseluruhan. Integrasi yang tepat antar komponen menjadi kunci keberhasilan dari sistem ini.



Gambar 4. 1 Hasil Rangkaian

4.2 Pembahasan

membahas hasil implementasi dan pengujian dari sistem “Penerapan RFID pada Sistem Pintu Geser Otomatis Berbasis ESP32 di Workshop IIB Darmajaya”. Pembahasan mencakup analisis kinerja tiap komponen, integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta evaluasi efektivitas sistem dalam mendukung data kunjungan otomatis sekaligus pengendalian akses pintu geser.

Hasil perancangan sistem menunjukkan bahwa pemilihan komponen seperti ESP32, modul RFID RC522, sensor infrared, motor power window gearbox, LCD I2C, dan buzzer merupakan kombinasi yang sesuai untuk membangun sistem data kunjungan dan kontrol pintu otomatis. ESP32 berfungsi optimal sebagai mikrokontroler utama karena mendukung konektivitas Wi-Fi yang diperlukan dalam pengiriman data absensi ke Google Spreadsheet secara real-time. Penggunaan power window gearbox terbukti memberikan torsi yang cukup untuk menggerakkan pintu geser, sementara sensor infrared membantu meningkatkan aspek keselamatan dengan mencegah pintu menutup saat ada objek di jalurnya.

4.3 Hasil Pengujian Sistem

4.3.1 Hasil Pengujian Sensor RFID

Pengujian dilakukan dengan mendekatkan beberapa kartu RFID ke modul RC522 yang telah terhubung ke mikrokontroler ESP32. Program pengujian dijalankan menggunakan Arduino IDE dengan library MFRC522, sehingga setiap kali kartu terbaca, sistem akan menampilkan UID (*Unique Identifier*) melalui Serial Monitor atau google spreadsheet.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor RFID

Pengujian	Jenis Kartu/Tag	Jarak Uji (cm)	Status Deteksi	UID yang Terbaca	Keterangan
1	Kartu RFID 1	2 cm	Terdeteksi	44 63 0B 05	Berhasil terbaca
2	Kartu RFID 2	5 cm	Tidak Terdeteksi	-	Di luar jangkauan modul
3	Kartu RFID 3	2 cm	Terdeteksi	CB 7D DA 05	Terbaca stabil
4	Kartu RFID 4	1 cm	Terdeteksi	6A AF DA 05	Terbaca dengan sedikit delay
5	Kartu RFID 5	3 cm	Tidak Terdeteksi	-	Modul tidak merespons

Analisis Hasil Uji:

- 3 Jarak efektif deteksi modul RFID RC522 berada pada rentang 0–3 cm, dengan pembacaan paling stabil pada jarak ± 2 cm.
- 4 UID kartu/tag dapat terbaca dengan akurasi 100% pada jarak optimal.
- 5 Jika kartu didekatkan di luar jangkauan (lebih dari 3 cm), modul tidak mampu mendeteksi adanya tag RFID.
- 6 Tidak ditemukan perbedaan signifikan antara jenis kartu maupun tag gantungan dalam hal keberhasilan pembacaan, meskipun tag gantungan memiliki sedikit delay respons dibandingkan kartu standar.
- 7 Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa komunikasi antara modul RC522 dan ESP32 berjalan baik, dan sistem siap digunakan untuk integrasi dengan logika kontrol pintu otomatis.



Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Kartu RFID

4.3.2 Hasil Pengujian Infrared E18-D80NK

Pengujian sensor infrared tipe E18-D80NK dilakukan untuk memastikan performanya dalam mendeteksi objek pada sistem pintu geser otomatis berbasis ESP32 yang digunakan di Workshop IIB Darmajaya. Pengujian ini difokuskan pada tiga parameter utama, yaitu jarak deteksi efektif, tingkat keberhasilan deteksi, dan waktu respon sensor. Proses pengujian dimulai dengan pemasangan sensor pada posisi tetap di rangka pintu. Objek penguji dengan diletakkan pada jarak yang bervariasi, mulai dari 5 cm hingga 80 cm. Kondisi ruangan dijaga dengan pencahayaan normal.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Infrared E18-D80NK

Pengujian	Jarak Objek (cm)	Kondisi Objek	Output Sensor	Status Terdeteksi	Keterangan Pintu
1	80 cm	Objek tangan	HIGH (1)	Tidak	Pintu terbuka langsung tertutup
2	50 cm	Objek tangan	LOW (0)	Ya	Pintu tidak langsung tertutup
3	20 cm	Objek tangan	LOW (0)	Ya	Pintu tidak langsung tertutup
4	5 cm	Objek tangan	LOW (0)	Ya	Pintu tidak langsung tertutup
5	Tidak ada objek	Tidak ada objek terdeteksi	HIGH (1)	Tidak	Pintu terbuka langsung tertutup
6	5-10 cm	Objek warna hitam	LOW(0)	Ya	Pintu tidak langsung tertutup

Sensor IR mampu mendeteksi adanya objek pada jarak dekat (≤ 50 cm) dengan output LOW (0). Saat objek terdeteksi, pintu tidak menutup sampai objek hilang. Jika tidak ada objek, output sensor HIGH (1) dan pintu delay 2 detik langsung

menutup. Hal ini menunjukkan sistem bekerja sesuai perancangan untuk mencegah benturan dengan objek.



Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Sensor Infrared E18-D80NK

4.3.3 Hasil Pengujian Power Window Gear Box

Proses uji dimulai dengan pemasangan motor pada rangka pintu yang telah dipasang rel dan posisi sensor. Motor dihubungkan dengan driver L298N yang dikendalikan mikrokontroler berbasis ESP32. Serangkaian skenario dijalankan, mulai dari pembukaan dan penutupan pintu. Hasilnya, Power window gearbox mampu menggerakkan pintu, dengan arus rata-rata 1A dan tegangan 12V. Pada kondisi pintu berat, arus meningkat menjadi 2A namun motor tetap mampu menyelesaikan siklus tanpa tanda-tanda penurunan performa signifikan. Waktu pembukaan pintu antara 4 detik tergantung panjang rel. Dari rangkaian pengujian ini dapat disimpulkan bahwa motor DC gearbox memiliki ketahanan dan efisiensi yang baik untuk aplikasi pintu geser otomatis, serta tetap bekerja stabil.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Power window Gearbox

Pengujian	Tegangan Input (V)	Arus (A)	Jarak	waktu	Beban	Kecepatan Putar (RPM)	Status Kinerja	Keterangan
1	12V	1A	70 cm	4 detik	Pintu	60 RPM	Ada hambatan sedikit	Pintu Terbuka
2	12 V	1,1A	70 cm	4 detik	Pintu	60 RPM	Tidak ada hambatan	Pintu Tertutup
3	-	-	-	-	Pintu	-	-	Pintu Diam Saat pintu terbuka
4	12V	1A	70 cm	4 ddetik	pintu	60 rpm	Ada hambatan	Pintu terbuka pada saat button di tekan
5	12	1A	70 cm	4 detik	pintu	60 RPM	Tidak ada hambatan	Pintu otomatis menutup

Perhitungan RPM Motor Pintu Otomatis

Rumus : $RPM = (Jumlah\ Putaran / Waktu\ (detik)) \times 60$

Perhitungan

Pengujian 1 (Pintu Terbuka)

Jumlah Putaran = 4

Waktu = 4 detik

$RPM = (4 / 4) \times 60 = 60\ RPM$

Pengujian 2 (Pintu Tertutup)

Jumlah Putaran = 4

Waktu = 4 detik

$RPM = (4 / 4) \times 60 = 60\ RPM$ Pengujian 3 (Pintu Diam)

Jumlah Putaran = 0 (karena motor diam)

Waktu = 0 → motor tidak bergerak

$RPM = 0$



Gambar 4. 4 Hasil Pengujian power window Gear box

4.3.4 Hasil Pengujian Buzzer

Pengujian buzzer dilakukan sebagai bagian dari sistem peringatan pada pintu geser otomatis. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk memastikan buzzer dapat memberikan sinyal audio yang jelas dan terdengar pada berbagai kondisi, baik saat Kartu di tempelkan. Kesimpulannya, buzzer pada sistem pintu geser otomatis ini memiliki performa yang memadai, respons cepat, dan mampu bekerja stabil dalam durasi pemakaian yang berulang.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Buzzer

Pengujian	Skenario Uji	Kondisi sensor	jarak	Respon Waktu (detik)	Keterangan Buzzer
1	Kartu di terima	UID valid (RFID)	<2cm	0.14	Berbunyi 1 detik
2	Kartu di tolak	UID tidak valid	>2cm	0.15	Berbunyi 2 detik
3	Button di tekan (LOW)	-	-	0.14	Berbunyi 1 detik
4	Objek terdeteksi IR	IR = LOW (ada objek)	5-50 cm	-	Tidak ada bunyi buzzer


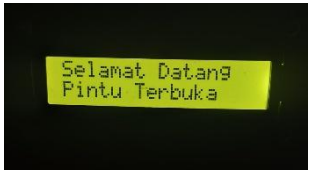










Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Buzzer

4.3.5 Hasil Pengujian LCD I2C

Pengujian LCD dilakukan untuk memastikan bahwa tampilan status sistem dapat terbaca dengan jelas sesuai dengan kondisi yang terjadi. LCD digunakan sebagai antarmuka pengguna agar proses penggunaan sistem pintu otomatis dapat dipantau secara langsung.

Tabel 4.1 hasil pengujian tampilan LCD I2C

Pengujian	Skenario Uji	Langkah pengujian	Tampilan LCD
1	Kondisi awal sistem	Sistem baru dinyalakan, belum ada kartu yang di tempelkan di RFID	
2	Kartu RFID valid (terdaftar)	Saat di tempelkan kartu milik user ke RFID	
	Pintu dalam keadaan diam saat pintu terbuka	Pintu pada saat terbuka diam selama 5 detik, untuk memastikan objek masuk ke ruangan	
	Pintu dalam keadaan menutup	Pintu tertutup otomatis apabila tidak ada objek di kerangka pintu	
3	Kartu RFID tidak valid	Saat di tempelkan kartu tidak terdaftar ke RFID	

4	Tombol manual ditekan	Tekan tombol button dari dalam workshop	
6	Pintu dalam keadaan diam saat di buka dari dalam ws	Setelah motor berhenti di posisi terbuka secara manual	
7	Sensor IR mendeteksi objek	Ada orang/objek di kerangka pintu	
8	Pintu menutup otomatis	Setelah jeda 5 detik + delay 2 detik, objek sudah hilang	
9	Kembali ke standby	Setelah delay 2 detik	

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa LCD I2C mampu menampilkan informasi secara real-time dengan baik. Hal ini membantu pengguna dalam memahami status sistem, apakah pintu dalam kondisi terbuka, tertutup, diam, objek terdeteksi atau jika terjadi akses yang ditolak. Selain itu, tampilan pada LCD mempermudah troubleshooting karena sistem memberikan feedback langsung terhadap setiap input pengguna baik dari kartu RFID maupun tombol manual.



Gambar 4. 5 hasil Pengujian LCD I2C

4.3.6 Tampilan Google Spreadsheet

Struktur tabel yang digunakan memiliki empat kolom utama. Kolom TIME mencatat waktu terjadinya suatu aktivitas atau peristiwa. Kolom NAMA berisi identitas orang atau pihak yang terlibat. UID berfungsi sebagai kode unik untuk membedakan setiap entri data.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	TIME	NAMA	UID	STATUS							
1											
2	2025-08-25 1:53:27	RONALDO	44 63 0B 05	Hadir							
3	2025-08-25 1:53:53	MESSI	B9 F8 0C 05	Hadir							
4	2025-08-25 1:54:07	HALLAND	CB 7D DA 05	Hadir							
5	2025-08-25 1:54:26	NEYMAR	6A AF DA 05	Hadir							
6	2025-08-25 1:54:40	Tidak Dikenal	27 73 DA 05	Ditolak							
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											

Gambar 4. 6 Hasil Pengujian Google Spreadsheet

Terakhir, kolom STATUS digunakan untuk menandai kondisi, hasil, atau keterangan tambahan terkait aktivitas tersebut. Susunan ini dibuat agar data mudah dipahami dan dikelompokkan. Kelebihan utama penggunaan Google Sheets adalah kemampuannya untuk terintegrasi dengan berbagai sistem atau aplikasi melalui API. Dengan fitur ini, data dapat diisi atau diperbarui secara otomatis dari sumber lain, misalnya dari perangkat absensi berbasis RFID, sistem IoT, atau form online di website. Hal ini menghemat waktu dan meminimalkan kesalahan yang sering terjadi saat input manual. dengan desain seperti ini, pengelolaan data harian menjadi lebih mudah, baik untuk absensi, pencatatan kegiatan, maupun log kejadian. Integrasi langsung dengan website membuat proses input dan pemantauan data lebih efisien, karena bisa dilakukan dari perangkat apa pun yang terhubung internet. Dari pengujian di atas, dapat dilihat bahwa sistem mampu bekerja dengan baik dalam mengenali kartu RFID yang terdaftar dan menolak kartu yang tidak dikenal. Waktu respon rata-rata sistem dari saat kartu ditempel hingga pintu terbuka adalah sekitar 1,2 detik. LCD menampilkan informasi nama pengguna dengan jelas, dan buzzer memberikan respon suara yang berbeda untuk akses diterima dan ditolak. Data juga berhasil dikirim ke server dan tampil di website dengan baik dalam kondisi koneksi aktif.

4.4 Analisa Kerja Sistem

Penerapan RFID pada sistem pintu geser otomatis di Workshop IIB Darmajaya memberikan solusi kontrol akses yang modern, aman, dan efisien. Dengan integrasi RFID, ESP32, motor gearbox, sensor infrared, buzzer, dan LCD I2C, sistem pintu geser otomatis mampu bekerja secara otomatis, aman, responsif, dan ramah pengguna. Proses autentikasi yang cepat, dikombinasikan dengan mekanisme sensor sebagai *fail-safe system*, menjadikan teknologi ini sesuai diterapkan sebagai kontrol akses modern berbasis smart access control di lingkungan workshop. Dengan kombinasi RFID, motor, sensor, dan ESP32, sistem bekerja secara otomatis, aman, dan user-friendly, sesuai konsep *smart access control*.

4.4.1 Kelebihan Kerja Sistem

- 1) Hanya kartu/tag RFID terdaftar yang bisa membuka pintu mengurangi risiko akses tidak sah.
- 2) Kemudahan dan Kecepatan Akses, Pengguna cukup menempelkan kartu dalam jarak ± 2 cm, pintu terbuka secara otomatis tanpa perlu kunci manual.
- 3) Integrasi dengan Sistem Otomatis, RFID terhubung dengan sensor IR, motor, buzzer, dan LCD menciptakan alur kerja otomatis yang sinkron.
- 4) Penggunaan Energi Efisien, Motor gearbox hanya aktif saat pintu membuka/menutup, tidak bekerja terus-menerus.
- 5) Meningkatkan Keselamatan Sensor IR mencegah pintu menutup saat ada objek, sehingga aman untuk pengguna.
- 6) Mudah Dikembangkan, Sistem dapat diintegrasikan ke database berbasis IoT, misalnya pencatatan log akses melalui Google Spreadsheet atau server.

4.4.2 Kekurangan Kerja Sistem

- 1) Jarak Baca Terbatas Modul RC522 hanya efektif pada jarak 0–3 cm, sehingga kartu harus ditempelkan dekat reader.
- 2) Potensi Duplikasi Kartu Kartu RFID pasif mudah diperbanyak jika tidak dilengkapi enkripsi tingkat lanjut.
- 3) Ketergantungan pada Listrik, Jika listrik mati atau tidak ada *backup power*, pintu tidak dapat berfungsi secara otomatis.
- 4) Kinerja Motor Bergantung Beban, Pada beban pintu berat, arus motor meningkat hingga 2A, yang berpotensi menimbulkan panas pada driver L298N.
- 5) Biaya Implementasi Lebih Tinggi, Dibandingkan kunci mekanis biasa, sistem RFID + motor + sensor memerlukan komponen lebih banyak serta