

BAB V

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

5.1 HASIL IMPLEMENTASI

Pada tahap ini, penulis melakukan implementasi dari rancangan sistem yang telah direncanakan sebelumnya. Seluruh komponen rangkaian kemudian diintegrasikan ke dalam prototipe yang telah dibuat. Adapun hasil dari proses implementasi penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Bentuk Fisik Prototipe Smart Doorbell

Gambar 5.1 merupakan bentuk fisik dari prototipe Rancang Bangun Sistem *Smart Doorbell* dan Keamanan Pintu Berbasis *IoT*. Dapat dilihat bahwa prototipe terdiri dari unit ESP32 *Outdoor* dan ESP32 *Indoor* yang ditempatkan pada box terpisah. ESP32 *Outdoor* dilengkapi dengan push button bel, push button *push-to-talk*, mikrofon, speaker, modul relay, serta solenoid door lock yang berfungsi

sebagai sistem pengunci pintu elektronik. Selain itu, terdapat ESP32-CAM yang terhubung dengan sensor PIR, LCD 16x2, buzzer, dan tombol reset, yang digunakan untuk pemantauan visual, pendeteksian gerakan, serta penampilan status sistem. Seluruh komponen dirangkai dalam satu kesatuan sistem untuk mendukung fungsi notifikasi, komunikasi suara dua arah, dan pengendalian akses pintu secara terintegrasi.



Gambar 5.2 Tampilan Pada Aplikasi Telegram

Hasil implementasi sistem menunjukkan keberhasilan dalam mengintegrasikan seluruh komponen utama, yaitu ESP32-CAM, sensor pendukung, modul komunikasi suara dua arah berbasis ESP32 *Walkie-Talkie*, relay, solenoid door lock, serta modul tampilan LCD 16×2 dalam satu sistem prototipe yang saling terhubung. Sistem mampu mendeteksi keberadaan tamu di depan pintu,

melakukan pengambilan gambar secara otomatis, serta mengirimkan notifikasi kepada pemilik rumah melalui aplikasi Telegram.

Pada implementasi ini, pemilik rumah dapat memberikan respons berupa komunikasi suara dua arah melalui sistem ESP32 *Walkie-Talkie*, sehingga interaksi antara tamu dan pemilik rumah dapat dilakukan tanpa harus membuka pintu secara langsung. Selain itu, sistem relay dan solenoid door lock dapat dikendalikan untuk membuka atau mengunci pintu sesuai dengan perintah yang diberikan. Informasi status sistem ditampilkan melalui LCD 16×2, sementara kestabilan koneksi jaringan diuji untuk memastikan sistem dapat beroperasi secara andal.

Implementasi sistem ini memberikan solusi yang efektif dalam meningkatkan keamanan dan kenyamanan rumah, serta memungkinkan pemantauan dan kontrol pintu secara *real-time* berbasis *Internet of Things (IoT)*. Selain itu, hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara stabil dalam berbagai kondisi pengujian, baik dari sisi respon perangkat keras maupun komunikasi jaringan.

Setiap perintah yang dikirimkan melalui aplikasi Telegram dapat diproses oleh sistem dengan waktu respons yang relatif cepat, sehingga fungsi pemantauan dan pengendalian pintu dapat berjalan secara efisien. Hal ini membuktikan bahwa integrasi antara perangkat *IoT* dan layanan berbasis internet mampu mendukung kinerja sistem secara optimal serta layak diterapkan sebagai solusi keamanan pintu pintar berbasis ESP32.

5.2 PENGUJIAN *BLACK BOX*

Pengujian *black box* dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian antara fungsi sistem yang telah dirancang dengan hasil implementasi yang direalisasikan pada perangkat. Pengujian ini berfokus pada pengamatan terhadap input yang diberikan kepada sistem dan output yang dihasilkan, tanpa memperhatikan struktur kode program secara internal. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap fitur dan fungsi pada sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Melalui pengujian ini, dapat diketahui apakah sistem mampu merespon setiap perintah dan kondisi yang diberikan dengan benar. Pengujian dilakukan dengan memberikan berbagai skenario input pada sistem, kemudian mengamati hasil keluaran yang dihasilkan oleh perangkat. Hasil pengujian tersebut selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan fungsi sistem yang telah dikembangkan. Adapun langkah-langkah pengujian tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengujian Fungsi Program Pada Arduino IDE

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap program yang telah dituliskan pada perangkat lunak Arduino IDE. Pengujian dilakukan dengan memastikan bahwa kode program dapat dikompilasi tanpa kesalahan serta dapat diunggah ke perangkat mikrokontroler dengan baik. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa program yang dibuat dapat dijalankan oleh perangkat sesuai dengan perancangan sistem. Hasil proses kompilasi dan pengunggahan program ditunjukkan pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Proses Kompilasi Program Arduino IDE

2. Pengujian Implementasi Program pada Perangkat

Setelah program berhasil diunggah ke perangkat, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap fungsi sistem secara langsung pada perangkat keras. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan berbagai kondisi input pada sistem, seperti deteksi sensor, perintah dari pengguna, maupun perubahan status perangkat. Sistem kemudian diamati untuk memastikan bahwa setiap fungsi dapat berjalan sesuai dengan logika program yang telah dirancang. Implementasi pengujian tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Implementasi Program pada Perangkat LCD 16x2

3. Pengujian Respons Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap respons sistem terhadap setiap perintah atau kondisi yang diberikan. Pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa sistem mampu menghasilkan keluaran yang sesuai dengan fungsi yang telah dirancang, seperti pengiriman notifikasi, pengambilan gambar oleh kamera, serta pengendalian perangkat lainnya. Proses pengujian respons sistem ditunjukkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Pengujian Respons Sistem

5.3 PENGUJIAN ALAT

Pengujian dilakukan untuk menilai tingkat kesesuaian antara rancangan sistem dengan hasil implementasi alat yang telah direalisasikan, serta untuk memastikan

bahwa alat tersebut mampu memenuhi tujuan dan kriteria yang telah ditetapkan. Selain itu, pengujian juga bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan. Setelah pengujian dilaksanakan, dilakukan proses pengukuran dan analisis terhadap hasil yang diperoleh guna mengetahui tingkat keberhasilan alat yang dikembangkan dalam penelitian ini. Pengujian dilakukan pada setiap komponen sistem untuk memastikan kinerjanya sesuai dengan perancangan yang telah ditentukan sebelumnya.

5.3.1 Pengujian Tegangan Sumber

Tahap awal pengujian dilakukan dengan melakukan pemeriksaan pada adaptor catu daya. Adaptor yang digunakan untuk ESP32 Outdoor memiliki tegangan keluaran sebesar 12 volt. Pengujian tegangan dilakukan menggunakan multimeter dengan cara menghubungkan probe positif multimeter ke terminal keluaran 12 volt adaptor dan probe negatif ke terminal ground adaptor.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan keluaran adaptor 12 volt tidak selalu bernilai tepat sesuai spesifikasi, yang dapat dipengaruhi oleh kondisi beban yang terhubung. Selain itu, pada sistem ini ESP32-CAM menggunakan adaptor dengan keluaran 5 volt, sedangkan ESP32 Indoor disuplai menggunakan baterai Li-ion dengan tegangan nominal sebesar 3,7 volt.

5.3.2 Pengujian Fungsi Kamera ESP32-CAM

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan kamera ESP32-CAM dapat menangkap gambar tamu dengan baik pada berbagai kondisi pencahayaan.

Tabel 5.1 Pengujian Kamera ESP32-CAM

No	Kondisi Pengujian	Hasil Pengambilan Gambar	Keterangan	Hasil Gambar
1	Siang hari	Berhasil	Jelas	
2	Sore Hari	Berhasil	Cukup Jelas	
3	Malam Hari lampu hidup	Berhasil	Jelas	
4	Malam Hari lampu mati	Berhasil	Tidak Jelas	

5.3.3 Pengujian Pengiriman Notifikasi Telegram

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan sistem dapat mengirimkan notifikasi dan foto tamu ke aplikasi Telegram secara real-time.

Tabel 5.2 Pengujian Notifikasi Telegram

No	Jenis Data Dikirim	Status Pengiriman	Waktu Respon
1	Notifikasi Teks	Berhasil	<2 detik
2	Foto Tamu	Berhasil	<3 detik
3	Link live streaming	Berhasil	<3detik

5.3.4 Pengujian Komunikasi Suara Dua Arah (ESP32 Walkie-Talkie)

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan komunikasi suara dua arah dapat berjalan dengan baik menggunakan komunikasi nirkabel antar perangkat ESP32 pada frekuensi 2,4 GHz.

Tabel 5.3 Pengujian Komunikasi Suara Dua Arah

No	Kondisi Sinyal Nirkabel	Kualitas Suara	Delay Suara	Keterangan
1	Sinyal kuat	Jelas	Rendah	Berhasil
2	Sinyal lemah	Kurang jelas	Tinggi	Berhasil
3	Jaringan tidak stabil	Terputus-putus	Sangat Tinggi	Kurang baik

5.3.5 Pengujian Relay dan Solenoid Door Lock

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan relay dapat mengaktifkan solenoid door lock sesuai perintah dari Telegram.

Tabel 5.4 Pengujian Relay dan Solenoid Door Lock

No	Perintah Telegram	Status Relay	Kondisi Pintu
1	Open_door	Aktif	Terbuka
2	Close_door	Aktif	Terkunci
3	Tidak ada	Tidak aktif	Terkunci

5.3.6 Pengujian Tampilan LCD 16x2

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan LCD 16x2 dapat menampilkan informasi status pemilik rumah dengan benar.

Tabel 5.5 Pengujian LCD 16x2

No	Perintah Telegram	Kondisi Sistem	Tampilan LCD	Status
1	Pemilik_ada	Pemilik di rumah	Pemilik di Rumah	Berhasil
2	Pemilik_pergi	Pemilik tidak di rumah	Pemilik Tidak di Rumah	Berhasil

5.3.7 Pengujian Kestabilan Koneksi Jaringan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kestabilan sistem dalam mempertahankan koneksi WiFi selama sistem beroperasi.

Tabel 5.6 Pengujian Kestabilan Koneksi WiFi

No	Aktivitas Sistem	Status Koneksi	Keterangan
1	Kirim notifikasi teks	Stabil	Normal
2	Kirim foto tamu	Stabil	Normal
3	Live streaming aktif	Cukup stabil	Delay kecil
4	Live streaming + komunikasi suara	Kurang stabil	Delay tinggi

5.4 ANALISIS SISTEM SECARA KESELURUHAN

Analisis Sistem Secara Keseluruhan dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian antara perancangan awal dan implementasi akhir dari sistem Smart

Doorbell berbasis IoT. Tahapan ini bertujuan untuk menilai sejauh mana seluruh komponen sistem dapat bekerja secara terintegrasi, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Analisis dilakukan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan pada setiap komponen utama sistem, meliputi catu daya, kamera, notifikasi Telegram, komunikasi suara dua arah, sistem pengunci pintu, tampilan LCD, serta kestabilan koneksi jaringan. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, sistem dinilai telah berfungsi sesuai dengan tujuan perancangan dan mampu bekerja secara stabil dalam kondisi operasional yang diuji. Berikut merupakan rangkuman hasil analisis dari masing-masing komponen utama sistem:

1. Pengujian Tegangan Sumber

Pengujian tegangan sumber dilakukan untuk memastikan suplai daya yang digunakan mampu mendukung kinerja sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa adaptor 12 volt yang digunakan pada ESP32 Outdoor menghasilkan tegangan yang relatif stabil meskipun terdapat sedikit variasi akibat beban yang terhubung. ESP32-CAM yang disuplai menggunakan adaptor 5 volt dan ESP32 Indoor yang menggunakan baterai Li-ion 3,7 volt dapat beroperasi dengan baik sesuai spesifikasi masing-masing. Hal ini menunjukkan bahwa sistem catu daya telah mampu memenuhi kebutuhan operasional perangkat.

2. Pengujian Fungsi Kamera ESP32-CAM

Berdasarkan hasil pengujian kamera ESP32-CAM pada berbagai kondisi pencahayaan, kamera mampu menangkap gambar tamu dengan baik pada kondisi terang dan pencahayaan cukup. Pada kondisi malam hari tanpa

pencahayaannya, kualitas gambar menurun dan menjadi kurang jelas. Namun secara umum, kamera masih mampu menjalankan fungsinya sebagai alat identifikasi visual tamu, sehingga dapat disimpulkan bahwa kamera ESP32-CAM bekerja sesuai dengan kebutuhan sistem.

3. Pengujian Pengiriman Notifikasi Telegram

Pengujian notifikasi Telegram menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan pesan teks, foto tamu, dan tautan live streaming dengan respon yang cepat. Ketika sensor mendeteksi pergerakan, kamera ESP32-CAM secara otomatis mengambil gambar dan mengirimkannya sebagai notifikasi ke Telegram sehingga pengguna dapat mengetahui aktivitas yang terjadi. Berdasarkan hasil pengujian, notifikasi teks terkirim dalam waktu kurang dari 2 detik, sedangkan pengiriman foto dan tautan live streaming memerlukan waktu kurang dari 3 detik. Sistem juga menerapkan jeda sekitar 10 detik setelah deteksi gerakan untuk mencegah pengiriman notifikasi secara berulang.

4. Pengujian Komunikasi Suara Dua Arah (ESP32 *Walkie-Talkie*)

Pengujian komunikasi suara dua arah menunjukkan bahwa kualitas suara sangat dipengaruhi oleh kondisi sinyal nirkabel pada frekuensi 2.4 GHz. Pada kondisi sinyal yang baik, komunikasi suara dapat berlangsung dengan jelas dengan tingkat delay yang relatif rendah. Sebaliknya, ketika terjadi gangguan sinyal atau interferensi pada frekuensi yang sama, kualitas suara dapat menurun dan delay meningkat. Meskipun demikian, sistem tetap

mampu melakukan komunikasi suara dua arah sesuai dengan konsep *push-to-talk* yang dirancang.

5. Pengujian Relay dan Solenoid Door Lock

Pengujian relay dan solenoid door lock menunjukkan bahwa sistem mampu membuka dan mengunci pintu secara otomatis berdasarkan perintah yang dikirim melalui Telegram. Relay dapat bekerja dengan baik dalam mengendalikan solenoid door lock, sehingga fungsi pengamanan pintu berjalan sesuai dengan perancangan. Kondisi pintu tetap terkunci ketika tidak ada perintah dari pemilik rumah, yang menunjukkan aspek keamanan sistem telah terpenuhi.

6. Pengujian Tampilan LCD 16x2

Hasil pengujian LCD 16x2 menunjukkan bahwa LCD mampu menampilkan informasi status pemilik rumah dengan benar. Perubahan status pemilik rumah yang dikirim melalui Telegram dapat langsung ditampilkan pada LCD, sehingga memberikan informasi yang jelas kepada tamu mengenai keberadaan pemilik rumah. Hal ini menunjukkan bahwa LCD berfungsi dengan baik sebagai media informasi sistem.

7. Pengujian Kestabilan Koneksi Jaringan

Pengujian kestabilan koneksi jaringan menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan koneksi WiFi dengan baik selama aktivitas normal seperti

pengiriman notifikasi teks dan foto. Pada saat live streaming dan komunikasi suara dua arah dilakukan secara bersamaan, koneksi masih dapat dipertahankan meskipun terjadi peningkatan delay. Secara keseluruhan, sistem dinilai cukup stabil untuk mendukung kebutuhan operasional *Smart Doorbell* berbasis *IoT*.

8. Integrasi Sistem Secara Keseluruhan

Setelah seluruh komponen diuji secara terpisah, sistem diuji secara menyeluruh untuk menilai integrasi antar komponen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh bagian sistem dapat bekerja secara terkoordinasi, mulai dari deteksi tamu, pengambilan gambar, pengiriman notifikasi, komunikasi suara, hingga pengendalian pintu. Dengan demikian, sistem *Smart Doorbell* yang dirancang telah mampu beroperasi sesuai dengan tujuan penelitian dan kebutuhan pengguna.