

menentukan apakah loker berada dalam kondisi kosong atau terisi. Selain itu, secara fisik hanya koper yang memiliki ukuran sesuai dengan dimensi loker yang dapat disimpan, sedangkan koper yang berukuran lebih besar tidak dapat dimasukkan ke dalam loker.

Berbeda dengan Loker S dan Loker M, Loker L memiliki kemampuan tambahan untuk mengidentifikasi ukuran koper berdasarkan hasil pembacaan jarak sensor ultrasonik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa koper berukuran S dapat dikenali pada rentang jarak 27–31 cm, koper berukuran M pada rentang 22–26 cm, dan koper berukuran L pada rentang 18–21 cm. Informasi tersebut selanjutnya digunakan oleh sistem untuk menentukan tarif penyimpanan secara otomatis sebelum halaman pembayaran QRIS ditampilkan kepada pengguna.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa seluruh skenario berjalan sesuai dengan logika sistem yang telah dirancang. Koper berukuran S, M, maupun L dapat dikenali dengan benar ketika ditempatkan pada Loker L, sedangkan koper yang secara fisik melebihi dimensi Loker S maupun Loker M tidak dapat dimasukkan sehingga tidak memengaruhi proses identifikasi sistem. Dengan demikian, kombinasi sensor ultrasonik, ESP32, dan Human Machine Interface (HMI) mampu memberikan respons yang sesuai terhadap variasi ukuran koper serta mendukung penerapan tarif yang berbeda berdasarkan hasil identifikasi ukuran koper pada Loker L.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem tidak hanya mampu mendeteksi keberadaan koper di dalam loker, tetapi juga mampu mengidentifikasi ukuran koper pada Loker L secara otomatis. Fitur ini menjadi salah satu pengembangan utama dalam penelitian karena memungkinkan satu loker berukuran besar digunakan untuk beberapa ukuran koper dengan tarif penyimpanan yang disesuaikan secara otomatis berdasarkan hasil pembacaan sensor ultrasonik.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem Smart Locker Suitcase berbasis Internet of Things (IoT) dengan pembayaran QRIS, dapat disimpulkan bahwa sistem telah berhasil direalisasikan sesuai dengan tujuan penelitian.

1. Sistem Smart Locker Suitcase berbasis Internet of Things (IoT) dengan pembayaran Quick Response Code Indonesian Standard (QRIS) berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi keberadaan koper, limit switch sebagai pendeteksi kondisi pintu loker, Human Machine Interface (HMI) Nextion sebagai antarmuka pengguna, serta Google Spreadsheet sebagai media monitoring berbasis cloud. Seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi sehingga mampu menampilkan status loker dan mencatat aktivitas pengguna secara *real-time*.
2. Hasil pengujian sensor ultrasonik menunjukkan nilai error rata-rata sebesar 5,094% dengan tingkat akurasi sebesar 94,906%. Sensor mampu mendeteksi keberadaan koper pada masing-masing loker serta membedakan ukuran koper sesuai dengan batas jarak yang telah ditentukan. Perbedaan nilai pengukuran dipengaruhi oleh posisi objek terhadap sensor dan karakteristik pantulan gelombang ultrasonik.
3. Mekanisme penguncian dan pembukaan pintu menggunakan Solenoid Door Lock yang dikendalikan oleh relay dan ESP32 mampu bekerja secara otomatis dengan tingkat keberhasilan sebesar 98,08% dan 97,67%. Persentase keberhasilan yang belum mencapai 100% dipengaruhi oleh toleransi mekanik pintu loker, variasi posisi penutupan pintu, serta respons limit switch pada setiap pengujian.
4. Integrasi sistem pembayaran digital menggunakan QRIS berhasil diterapkan pada proses pengambilan koper. Hasil pengujian komunikasi pembayaran menunjukkan waktu respons tercepat 5,2 detik, waktu rata-rata 6,5 detik, dan waktu terlama 49,5 detik. Variasi waktu respons dipengaruhi oleh kondisi

jaringan internet, proses komunikasi data, serta respons perangkat QRIS Soundbox.

5. Sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) melalui Google Spreadsheet berhasil merekam aktivitas penyimpanan dan pengambilan koper secara real-time, sehingga memudahkan proses pemantauan status loker, pencatatan transaksi, dan dokumentasi aktivitas pengguna.
6. Berdasarkan seluruh hasil pengujian, sistem Smart Locker Suitcase berbasis IoT dengan pembayaran QRIS telah mampu beroperasi sesuai dengan rancangan yang dibuat. Sistem berhasil mengintegrasikan fungsi identifikasi keberadaan koper, penguncian otomatis, pembayaran digital, antarmuka pengguna, dan monitoring berbasis cloud sehingga dapat meningkatkan efisiensi layanan penitipan koper serta keamanan penyimpanan barang.

## **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem smart locker suitcase berbasis Internet of Things (IoT) dengan pembayaran QRIS, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem di masa mendatang, yaitu sebagai berikut:

1. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan metode validasi pembayaran QRIS yang lebih kompleks, misalnya melalui integrasi langsung dengan API pembayaran, sehingga meningkatkan keandalan sistem terhadap kemungkinan gangguan pembacaan sinyal.
2. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan metode identifikasi pengguna, seperti pemindaian QR Code dinamis, sidik jari (fingerprint), atau pengenalan wajah (face recognition), sehingga keamanan proses pengambilan koper menjadi lebih baik.
3. Sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) dapat dikembangkan dengan menggunakan basis data (database) atau platform cloud yang lebih lengkap sehingga mampu menyimpan riwayat transaksi dalam jangka panjang, menyediakan fitur pencarian data, serta menghasilkan laporan penggunaan loker secara otomatis.
4. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur keamanan, seperti kamera pemantau (CCTV), autentikasi berbasis One Time Password (OTP),