

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Tahap implementasi merupakan proses pemasangan dan perakitan seluruh komponen pada Rancang Bangun Kotak Paket dengan Notifikasi *WhatsApp* Berbasis *Internet Of Things*. Pada tahap ini, semua rancangan teknik, perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*) yang telah disiapkan sebelumnya direalisasikan dalam bentuk nyata dan siap dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan secara bertahap untuk mengevaluasi kinerja pada bagian yang saling terintegrasi agar perangkat dapat beroperasi dengan baik.



Gambar 4. 1 Hasil Akhir Alat Kotak Paket Tampak Depan dan Belakang

4.2 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk memastikan setiap komponen elektronik dan mekanik yang terpasang pada kotak paket dapat beroperasi secara individual sesuai dengan spesifikasi teknis dan perancangannya. Pengujian ini sangat penting untuk mendeteksi adanya kendala tegangan, sensitivitas sensor, maupun respons aktuator sebelum seluruh sistem diintegrasikan secara penuh.

4.2.1 Pengujian Pemindaian GM66 *Barcode Scanner*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat responsivitas dan akurasi lensa optik modul GM66. Pada pengujian memastikan pemindai mampu membaca label resi pengiriman dengan presisi, serta memverifikasi apakah mikrokontroler dapat mengenali atau menolak data tersebut berdasarkan kecocokan program.

Tabel 4. 1 Pengujian Pemindaian GM66 *Barcode Scanner*

No	Kasus Uji	Keterangan
1	Pemindaian Resi	Pemindai berhasil membaca <i>barcode</i> dan sistem mengenali data resi tersebut sesuai dengan program.



Gambar 4. 2 Pemindaian Resi

4.2.2 Pengujian LCD

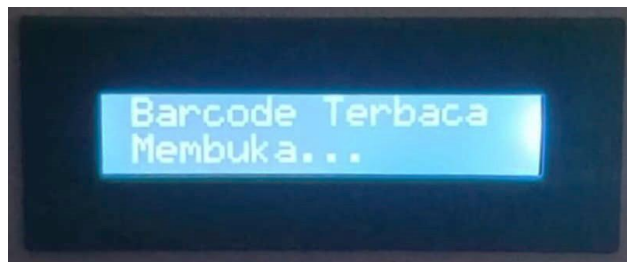
Pengujian layar LCD dilakukan untuk memverifikasi keandalan antarmuka visual alat. Tujuannya adalah memastikan bahwa layar mampu menampilkan perubahan teks instruksi secara *real-time* sesuai dengan perintah logika dari mikrokontroler, sehingga dapat memandu kurir di lapangan tanpa kebingungan.

Tabel 4. 2 Pengujian LCD

No	Kasus Uji	Tampilan LCD
1	Scan Resi	LCD menampilkan Scan Barcode Untuk Buka, Barcode Terbaca Membuka, Dorong Pintu, Masukkan Paket Lalu Tutup.



Gambar 4. 3 Tampilan *Scan Barcode* Untuk Buka pada LCD



Gambar 4. 4 Tampilan *Barcode* Terbaca Membuka pada LCD



Gambar 4. 5 Tampilan Dorong Pintu pada LCD



Gambar 4. 6 Tampilan Masukkan Paket Lalu Tutup pada LCD

4.2.3 Pengujian *Solenoid Door Lock*

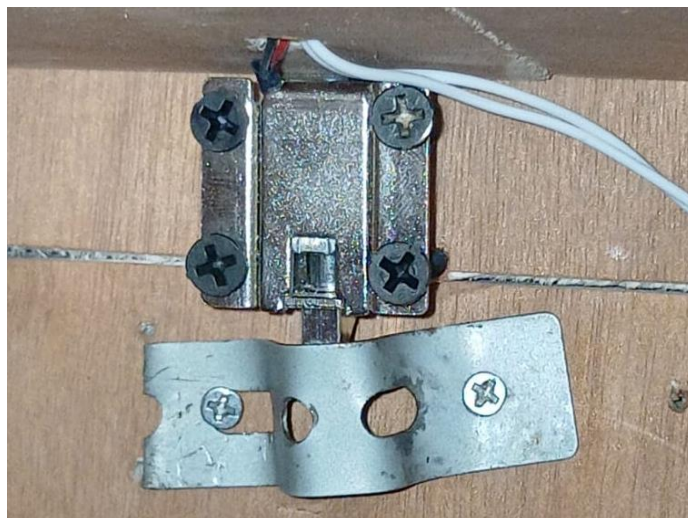
Pengujian ini difokuskan pada kinerja aktuator pengunci mekanis beserta Modul *Relay*. Sasaran utamanya adalah untuk memastikan bahwa pintu dapat terbuka ketika menerima sinyal valid, dan mampu menahan daya tarik dengan kuat saat sistem kembali pada mode mengunci.

Tabel 4. 3 Pengujian *Solenoid Door Lock*

No	Kasus Uji	Kondisi Pintu
1	Kurir <i>scan</i> resi	Solenoid tertarik (Pintu dapat dibuka)
2	Kurir tidak <i>scan</i> resi	Solenoid menonjol (Pintu tetap terkunci)



Gambar 4. 7 *Solenoid Door Lock* Tertarik



Gambar 4. 8 *Solenoid Door Lock* Menonjol

4.3 Pengujian Perangkat Lunak (Software)

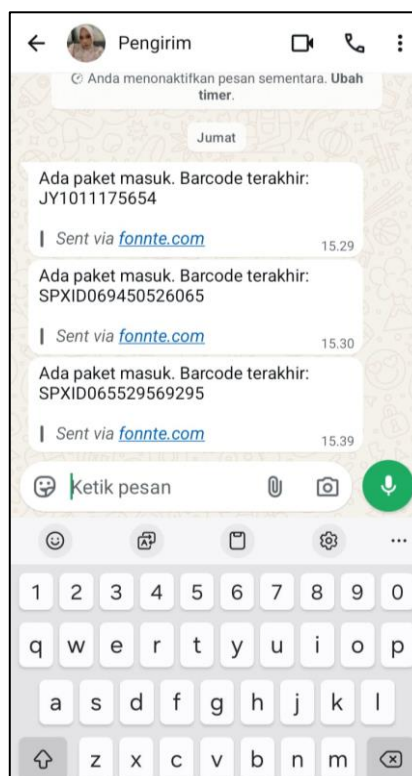
Pengujian perangkat lunak berfokus pada evaluasi kinerja algoritma (*source code*) yang telah ditanamkan ke dalam ESP32. Tahap ini menguji keberhasilan komunikasi data internet (IoT) serta kesesuaian alur program dalam merespons berbagai skenario tindakan.

4.3.1 Pengujian pada *WhatsApp*

Pengujian ini memaparkan tingkat keberhasilan fungsi integrasi *Application Programming Interface* (API). Pengujian ditujukan untuk mengukur respons mikrokontroler dalam mengirimkan pesan teks notifikasi berjenjang ke *WhatsApp* penerima berdasarkan kondisi sensor dan validitas resi.

Tabel 4. 4 Pengujian pada *WhatsApp*

No	Kondisi	Notifikasi pada <i>WhatsApp</i>
1	Resi di Scan	Terkirim (Pesan: Ada paket masuk. Barcode terakhir: JY1011175654)



Gambar 4. 9 Tampilan Pada Notifikasi *WhatsApp*

4.3.2 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini merupakan simulasi pengoperasian fungsional alat secara utuh (*End-to-End*). Sistem diuji menggunakan skenario riil di mana kurir memindai resi, membuka pintu, memasukkan paket, hingga menutup pintu kembali, guna melihat sinkronisasi kerja antara perangkat keras dan algoritma perangkat lunaknya.

Tabel 4. 5 Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Tindakan Kurir	Status Resi	Solenoid	Respon Pintu	Notifikasi <i>WhatsApp</i>	Keterangan
1	Scan Resi	Valid	Aktif	Bisa Ditarik	Terkirim	LCD tampil: "Barcode Terbaca Membuka" & "Dorong Pintu"
2	Tidak Scan Resi	-	Tidak Aktif	Tetap Terkunci	-	Solenoid mengunci
3	Membuka Pintu & Masukkan Paket	-	Aktif	Terbuka	Terkirim	LCD tampil: Masukkan Paket Lalu Tutup & Notifikasi WA masuk ke HP pemilik
4	Kurir Menutup Pintu	-	Tidak Aktif	Mengunci Kembali	-	Solenoid mengunci

4.4 Data Pengujian

Data pengujian merupakan rekapitulasi akhir dari seluruh rangkaian pengujian perangkat keras dan lunak yang telah dilakukan. Tabel ini menyajikan

perbandingan langsung antara fungsi ideal dari setiap komponen yang diharapkan dengan hasil alat.

Tabel 4. 6 Data Pengujian

No	Komponen	Hasil Yang di Harapkan	Hasil	Pengamatan
1	ESP32	Mampu memproses data pembacaan resi, mengontrol seluruh perangkat I/O (Input/Output), dan terhubung ke jaringan Wi-Fi secara stabil.	ESP32 berhasil memproses algoritma logika, mengendalikan seluruh komponen fisik, serta mengirim data ke internet tanpa mengalami <i>error</i> .	Berhasil
2	GM66 <i>Barcode Scanner</i>	Mampu memindai dan membaca kode <i>barcode</i> resi.	GM66 <i>Barcode Scanner</i> berhasil membaca kode <i>barcode</i> resi.	Berhasil
3	LCD	Mampu menampilkan teks informasi status alat secara visual.	Layar LCD berhasil menampilkan teks.	Berhasil
4	<i>Solenoid Door Lock</i>	Mampu membuka (menarik tuas besi) saat diaktifkan oleh <i>relay</i> , dan mengunci	<i>Solenoid Door Lock</i> berhasil membuka pintu jika kode <i>barcode</i> resi sesuai, dan mengunci pintu kembali secara	Berhasil

		kembali (mendorong tuas) saat arus diputus.	otomatis setelah ditutup.	
5	<i>Reed Switch</i>	Mampu mendeteksi posisi fisik pintu (terbuka atau tertutup rapat) berdasarkan pertemuan dengan kutub magnet.	Reed Switch berhasil mendeteksi pergerakan pintu secara presisi dan mengirimkan sinyal perubahan status tersebut ke ESP32.	Berhasil
6	<i>WhatsApp</i>	Mampu menerima notifikasi pesan teks peringatan dan informasi status dari mikrokontroler dengan jeda waktu.	Pesan notifikasi berhasil masuk ke <i>WhatsApp</i> di <i>smartphone</i> pengguna secara <i>real-time</i> sesuai alur paket.	Berhasil

4.5 Pembahasan

Berdasarkan serangkaian pengujian yang telah dilakukan, baik pada masing-masing komponen perangkat keras maupun integrasi perangkat lunak secara keseluruhan, kotak paket ini telah berhasil beroperasi secara optimal. Kinerja sistem yang andal ini berawal dari modul pemindai GM66 *Barcode Scanner* yang terbukti mampu membaca kode resi pengiriman dengan tingkat akurasi tinggi. Kecepatan pemrosesan ini didukung penuh oleh metode validasi data secara *hardcode* yang ditanamkan langsung di dalam memori mikrokontroler ESP32. Karena sistem tidak perlu melakukan sinkronisasi pencocokan data dengan *server database online*. Selain itu, implementasi layar LCD terbukti sangat krusial sebagai

antarmuka visual yang memandu kurir secara *real-time* saat melakukan proses *drop-off*. Ketika resi dipindai dan dinyatakan benar, layar langsung memberikan instruksi berurutan seperti "Resi Valid" kemudian "Dorong Pintu", atau "Resi Tidak Valid" jika data tidak dikenali. Umpan balik visual ini secara efektif meminimalisir kebingungan atau kesalahan operasional oleh kurir.

Keandalan sistem pemindaian tersebut terintegrasi erat dengan kinerja keamanan mekanis yang berpusat pada aktuator *Solenoid Door Lock* 12V dan Modul Relay. Aktuator ini merespons perintah ESP32 dengan presisi tinggi, di mana pintu hanya dapat ditarik terbuka secara eksklusif jika resi dinyatakan valid, sehingga ruang penyimpanan paket terbebas dari akses pihak yang tidak berkepentingan. Di sisi lain, sensor *Reed Switch* memegang peranan vital sebagai sistem pemantauan sirkuit tertutup. Sensor magnetik ini memastikan mikrokontroler mengetahui secara pasti posisi fisik pintu. Sistem logika program mengandalkan pembacaan *Reed Switch* untuk mengeksekusi perintah penguncian kembali ketika pintu ditutup rapat dan kutub magnet saling menempel, sensor mengirimkan sinyal agar ESP32 memutus arus pada *relay*, mengunci *Solenoid*, dan secara sinkron mengubah tampilan LCD menjadi "Sudah Tertutup Kembali".

Keunggulan utama dari perancangan arsitektur *Internet of Things* (IoT) pada alat ini semakin terlihat dengan diterapkannya skema notifikasi berjenjang menggunakan protokol HTTP ke layanan *Gateway API WhatsApp*. Mikrokontroler dirancang untuk secara aktif melaporkan setiap transisi tindakan kurir kepada pemilik rumah. Pada tahap validasi, sistem langsung mengirimkan pesan notifikasi akses saat resi valid dipindai, atau peringatan keamanan awal saat resi yang salah dipindai. Selanjutnya, pada tahap eksekusi fisik, sistem mengirimkan pesan konfirmasi final sesaat setelah kurir selesai memasukkan paket dan menutup pintu. Skema komunikasi IoT yang berlapis ini memberikan tingkat transparansi yang tinggi, memungkinkan pemilik rumah untuk memantau dengan presisi kapan akses diberikan dan kapan proses penitipan benar-benar selesai dilakukan.

Secara keseluruhan, penggabungan antara proses validasi data *offline* lokal (untuk kecepatan bukaan mekanis tanpa latensi server) dan transmisi jaringan nirkabel *online* (untuk pelaporan status jarak jauh via *WhatsApp*) telah berhasil memecahkan masalah keamanan penerimaan paket.