



IMPLEMENTASI SISTEM KOTAK PENERIMA PAKET BERBASIS IOT DENGAN FITUR PEMANTAUAN MENGGUNAKAN ESP32-CAM

Implementation of an IoT-based Package Receiving Box System with Monitoring Features Using ESP32-CAM

Valentine Echlesia Ariayani Didju¹, Rambu Yetti Kalaway², Reynaldi Thimotius Abineno³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba

Jln. R. Soeprapto, No. 35 Waingapu, Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur

E-mail: ¹Valentinedidju14@gmail.com, ²kalaway@unkriswina.ac.id, ³reynaldi@unkriswina.ac.id

ABSTRACT

The rapid development of the freight forwarding industry has driven an increase in the need for automated systems that can facilitate package delivery, especially for users who are often away from home. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based package delivery box system with monitoring features using the ESP32-CAM module. This system is designed to monitor the arrival of couriers, send notifications to homeowners via an app, and serve as a temporary storage location for packages. The research methods include observation, interviews, and literature review to obtain relevant data. System development uses a prototyping approach consisting of communication, requirement gathering, development, coding, and system testing. Although this research is still in the design phase, the designed system is expected to make it easier for users to receive packages when they are not at home, as well as enhance package security against damage or loss. The system also enables remote control of the package recipient box via the Telegram app, which can provide notifications and control over the box's status effectively. This research is expected to serve as a reference for further development in the field of delivery technology.

Keywords: Package Receipt Box System, Internet of Things, ESP32-CAM, Prototyping, Telegram.

ABSTRAK

Perkembangan industri jasa pengiriman barang yang pesat mendorong meningkatnya kebutuhan akan sistem otomatis yang dapat memfasilitasi penerimaan paket, terutama bagi pengguna yang sering berada di luar rumah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kotak penerima paket berbasis Internet of Things (IoT) dengan fitur pemantauan menggunakan modul ESP32-CAM. Sistem ini dirancang untuk memonitor kedatangan kurir, mengirimkan notifikasi kepada pemilik rumah melalui aplikasi, dan berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara untuk paket. Metode penelitian mencakup observasi, wawancara, dan studi pustaka untuk mendapatkan data yang relevan. Pengembangan sistem menggunakan pendekatan prototyping yang terdiri dari komunikasi, pengumpulan kebutuhan, pembangunan, pengkodean, dan pengujian sistem. Meskipun penelitian ini masih dalam tahap perancangan, sistem yang dirancang diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam menerima paket saat tidak berada di rumah, serta meningkatkan keamanan paket dari kerusakan atau kehilangan. Sistem ini juga memungkinkan pengendalian kotak penerima paket secara jarak jauh melalui aplikasi Telegram, yang dapat memberikan notifikasi dan kontrol atas status kotak secara efektif. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang teknologi pengiriman barang.

Kata kunci: Sistem Kotak Penerima Paket, Internet of Things, ESP32-CAM, Prototype, Telegram.



PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan industri jasa pengiriman mengalami peningkatan yang cukup pesat. Era globalisasi menuntut manusia untuk memiliki mobilitas yang tinggi. Salah satu Jasa pengiriman barang telah menjadi layanan penting dan semakin populer dalam industri logistik yang serba cepat saat ini. Evolusinya yang pesat mencerminkan kemajuan teknologi dan pertumbuhan perdagangan global, menjadikannya komponen vital untuk transportasi barang yang efisien, andal, dan tepat waktu di seluruh dunia (Musyafah et al., 2018)

Meningkatnya popularitas belanja daring telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap naiknya layanan pengiriman barang, karena semakin banyak konsumen mencari cara yang nyaman, cepat, dan dapat diandalkan untuk menerima pembelian mereka. Salah satu faktor utama yang mendorong tingginya tingkat pembelian secara daring di Indonesia adalah sistem logistik yang semakin canggih dan fleksibel. Konsumen kini dapat memilih jasa pengiriman, metode pembayaran, serta waktu pengantaran sesuai kebutuhan, yang memberikan kenyamanan dan efisiensi dalam bertransaksi. Berdasarkan data Bank Indonesia, transaksi e-commerce di Indonesia tumbuh 32% pada tahun 2023, hal ini menyebabkan melonjaknya jumlah pembeli online dan kapasitas pengiriman sering kali menjadi overload. Hal ini menyebabkan tidak semua paket dapat diproses atau dikirimkan dengan standar layanan yang optimal. Dalam praktiknya, banyak kurir hanya meletakkan paket di teras atau pagar rumah, dengan dokumentasi berupa foto resi berlatar belakang rumah penerima, yang diambil atas izin atau konfirmasi dari pemilik paket. Hal ini menyebabkan, banyak konsumen yang mengeluh kerusakan, terutama produk pecah belah. Berdasarkan data dari Badan Penyelesaian Sengketa Konsumen (BPSK) melaporkan bahwa sekitar 12-20% keluhan konsumen e-commerce di Indonesia pada tahun 2022-2023 terkait masalah pengiriman (barang rusak, tertukar, atau hilang).

Tabel 1. Data Pengiriman Paket di Indonesia (2023-2024)

Kurir	Berhasil Terkirim	Gagal Terkirim	Dikembalikan	Penyebab Gagal
J&T Express	88-92%	8-12%	3-5%	Penerima tidak ada (60%) Alamat tidak valid (25%)
JNE	85-90%	10-15%	4-6%	Penerima tidak ada (55%) Salah alamat (30%)
Ninja Xpress	87-91%	9-13%	3-5%	Gagal kontak penerima (45%) Alamat tidak ada (35%)
Rata-rata Industri	85-90%	10-15%	3-6%	Faktor Dominan: - Penerima tidak di tempat (50-60%) - Kesalahan alamat (25-35%).

(Sumber: Katadata, Laporan Tahunan Perusahaan, Asosiasi Logistik Indonesia/ALI)

Berdasarkan data pada Tabel 1.1, industri logistik Indonesia menghadapi tantangan signifikan dalam pengiriman paket, dengan 10-15% gagal terkirim dan 3-6% dikembalikan, terutama akibat ketidakhadiran penerima (50-60%) dan kesalahan alamat (25-35%). Angka ini menunjukkan ketidakseimbangan antara volume pengiriman yang tinggi (didorong pertumbuhan e-commerce 32%) dengan presisi layanan.

Problematika teoritis ini tercermin dalam kasus nyata seperti yang dilaporkan [tribunlampung.co.id](https://lampung.tribunnews.com/2022/03/04/pemilik-barang-tak-ada-di-rumah-kurir-paket-minta-tolong-diumumkan-pakai-toa-masjid-viral-di-medsos?page=1) (<https://lampung.tribunnews.com/2022/03/04/pemilik-barang-tak-ada-di-rumah-kurir-paket-minta-tolong-diumumkan-pakai-toa-masjid-viral-di-medsos?page=1>)



mengirimkan sebuah berita yang berisikan tentang pemilik barang yang diketahui bernama Ibu Murti dan sedang tidak berada di rumah, sehingga kurir paket kebingungan dan meminta tolong diumumkan pakai toa masjid setempat agar Ibu Murti kembali ke rumah secepatnya. Kejadian seperti ini sebenarnya sangat disayangkan dan seharusnya dapat dihindari (Sutomo, 2022).

Alat yang andal sangat penting untuk memantau kedatangan kurir, segera memberi tahu pemilik rumah saat paket tiba, dan berfungsi sebagai penyimpanan sementara untuk menyimpan paket dengan aman hingga penghuni dapat mengambilnya, sehingga memastikan manajemen paket yang efisien dan nyaman.

Internet of Things (IoT) adalah konsep revolusioner dan metode inovatif yang memungkinkan pengendalian jarak jauh yang lancar dan pemantauan berkelanjutan terhadap berbagai perangkat dan sistem, meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan konektivitas di seluruh rumah, industri, dan kehidupan sehari-hari, serta mengubah cara kita berinteraksi dengan teknologi. Menurut Wijaya dan Rivai (2018), IoT menghubungkan perangkat ke jaringan, memungkinkan pertukaran data yang lancar, kendali jarak jauh, otomatisasi, dan peningkatan efisiensi di seluruh dunia. Dalam gaya modern dan standar, teknologi IoT memungkinkan benda-benda sehari-hari terhubung mulus ke internet, memungkinkan pemantauan jarak jauh dan meningkatkan efisiensi di berbagai industri (Setiadi & Muhaemin, 2018).

Dalam pengaturan pemantauan Internet of Things (IoT) yang umum, Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang bertanggung jawab untuk mengumpulkan data dari sensor. Perangkat ini biasanya dipasangkan dengan modul WiFi ESP8266, yang memungkinkan komunikasi nirkabel yang lancar. Bersama-sama, keduanya membentuk sistem yang andal untuk transmisi data real-time dan aplikasi pemantauan jarak jauh. (Wicaksana et al., 2018)

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kotak penerima paket berbasis IoT yang inovatif, yang dapat memantau kedatangan kurir secara real-time dan lancar. Dengan mengintegrasikan sensor pintar dan fitur konektivitas, sistem ini akan segera memberi tahu pemilik rumah melalui perangkat seluler mereka, memastikan penerimaan paket yang aman, efisien, dan nirsentuh, sehingga meningkatkan kenyamanan dan keamanan dalam proses pengiriman modern. Sistem ini juga dirancang agar dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi pada ponsel, sehingga meminimalkan risiko kehilangan atau kerusakan paket dan meningkatkan keandalan dalam proses pengiriman barang di era digital yang serba cepat.

MATERI DAN METODE

Internet Of Things

Internet of Things (IoT) merupakan kemajuan revolusioner dalam teknologi, yang menghubungkan berbagai perangkat fisik—seperti peralatan, kendaraan, dan sensor—ke internet secara mulus, sehingga memungkinkan semuanya berkomunikasi, berbagi data, dan beroperasi secara cerdas, sehingga mengubah kehidupan sehari-hari dan praktik industri di seluruh dunia (Madani, 2024). Menurut Gubbi *et al.* (2013), *IoT* merupakan suatu infrastruktur teknologi yang mengintegrasikan dunia fisik dan digital dengan memanfaatkan berbagai teknologi seperti sensor, aktuator, jaringan komunikasi, dan kecerdasan buatan. Melalui integrasi teknologi tersebut, *IoT* memungkinkan otomatisasi serta pengawasan secara *real-time* dari jarak jauh, yang menjadi dasar dalam pengembangan berbagai sistem cerdas.



Dalam arsitektur Internet of Things (IoT) standar, berbagai komponen yang saling terhubung berkolaborasi dengan lancar. Komponen-komponen ini meliputi sensor yang mengumpulkan data dari lingkungan, aktuator yang menjalankan tindakan, dan mikrokontroler seperti ESP32 atau Arduino, yang memproses informasi dan mengoordinasikan fungsi sistem secara efisien. Konektivitas jaringan juga merupakan bagian penting, yang mencakup teknologi seperti *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *ZigBee*, *LoRa*, atau *Narrowband IoT (NB-IoT)*, yang bertugas dalam mengirimkan data antar perangkat secara efektif (Wijaya & Rivai, 2018).

Arduino IDE

Arduino *Integrated Development Environment (Arduino IDE)* adalah perangkat lunak atau lingkungan pengembangan terintegrasi yang dirancang secara khusus untuk memprogram papan mikrokontroler Arduino. Menurut Pratomo dan Perdana (2017), *Arduino IDE* merupakan lingkungan pengembangan yang memudahkan pengguna dalam menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode program (*sketch*) ke papan mikrokontroler Arduino melalui antarmuka yang sederhana. *Arduino IDE* dikembangkan menggunakan bahasa Java dan menyediakan editor kode yang mendukung sintaks bahasa pemrograman C/C++ yang dimodifikasi agar lebih sederhana untuk digunakan dalam pengembangan mikrokontroler (Kamal *et al.*, 2023).

Secara konseptual, *Arduino IDE* menyediakan fitur utama seperti editor kode, verifikasi (*compile*), unggah (*upload*), monitor serial, serta pustaka atau *library* bawaan yang mempercepat pengembangan proyek mikrokontroler. Editor kode pada *Arduino IDE* memiliki fitur pewarnaan sintaks (*syntax highlighting*) yang mempermudah dalam membaca dan menulis kode program. Fungsi verifikasi digunakan untuk mengubah kode sumber menjadi kode biner yang dapat dijalankan oleh mikrokontroler, sedangkan fungsi unggah digunakan untuk memindahkan kode yang telah dikompilasi ke papan Arduino melalui koneksi USB atau komunikasi serial (Pratomo & Perdana, 2017).

API Telegram

Application Programming Interface (API) Telegram adalah antarmuka pemrograman aplikasi yang disediakan oleh Telegram untuk mengembangkan aplikasi atau bot yang dapat berinteraksi secara otomatis dengan pengguna di platform Telegram. Menurut Gupta *et al.* (2022), *API Telegram* memungkinkan integrasi aplikasi eksternal dengan platform Telegram melalui protokol HTTPS dengan format data JSON (*JavaScript Object Notation*), yang memungkinkan berbagai jenis komunikasi, mulai dari pesan teks, gambar, video, dokumen, hingga tombol interaktif secara *real-time*.

Secara definisi, *Telegram API* dibagi menjadi dua jenis utama, yakni *Telegram Client API* dan *Telegram Bot API*. *Telegram Client API* memungkinkan pengguna atau pengembang membangun aplikasi Telegram khusus yang disesuaikan dengan kebutuhan tertentu, sedangkan *Telegram Bot API* digunakan khusus untuk membangun bot otomatis yang dapat merespons pesan dan perintah dari pengguna tanpa perlu campur tangan manusia secara langsung (Gupta *et al.*, 2022).

ESP-32 CAM

ESP32-CAM adalah papan pengembangan serbaguna yang dilengkapi konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth mode ganda. Dilengkapi dengan kamera OV2640 terintegrasi, papan ini mampu menangkap gambar dan video berkualitas tinggi. Perangkat ringkas ini ideal untuk proyek IoT, pengawasan, dan pemantauan jarak jauh, menawarkan fungsionalitas canggih



dalam kemasan kecil dan terjangkau. Selain itu, ESP-32 CAM memiliki kemampuan untuk diintegrasikan dengan platform *IoT* dan layanan *cloud*, seperti *Blynk*, *Node-RED*, dan *Home Assistant*, yang memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara efisien.

ESP32-CAM dibangun di atas chip ESP32 yang mengintegrasikan prosesor *dual-core* Tensilica LX6 dengan konektivitas *Wi-Fi* dan memori yang cukup untuk menjalankan program berbasis kamera. Modul ini juga dilengkapi dengan pin GPIO terbatas, LED *flash* serta antarmuka komunikasi standar seperti UART dan SPI.

Motor Servo SG90

Motor servo SG90 adalah motor DC yang dilengkapi dengan sistem kontrol umpan balik tertutup (*closed loop feedback system*). Motor ini memiliki internal *gear*, potensiometer (variabel resistor), dan rangkaian kontrol elektronik yang memungkinkan pengaturan posisi sudut poros motor secara presisi dari 0 sampai 180 derajat. Motor servo SG90 terdiri atas tiga kabel utama, kabel catu daya (VCC), kabel *ground* (GND), kabel kontrol yang menerima sinyal *PWM* (*Pulse Width Modulation*). Sinyal *PWM* dengan frekuensi sekitar 50 Hz dan lebar pulsa antara 0,5 ms sampai 2 ms digunakan untuk mengatur posisi sudut motor. Lebar pulsa 1,5 ms biasanya menempatkan rotor pada posisi tengah (netral). Jika lebar pulsa kurang dari 1,5 ms, rotor akan berputar ke arah berlawanan jarum jam, dan jika lebih dari 1,5 ms, berputar searah jarum jam. Posisi sudut motor akan bertahan pada posisi tersebut sampai ada perubahan sinyal *PWM*.

Prinsip kerja motor servo SG90 adalah motor DC yang berputar lambat dengan torsi yang cukup kuat karena adanya internal *gear*. Saat motor berputar, potensiometer yang terhubung pada poros motor juga berputar sehingga memberikan umpan balik posisi kerangkaan kontrol. Jika posisi poros belum sesuai dengan sinyal kontrol, rangkaian akan mengoreksi putaran motor hingga posisi yang diinginkan tercapai dan terkunci.

Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik beroperasi dengan cara standar dan umum digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan objek di dekatnya. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang suara berfrekuensi tinggi, biasanya sekitar 40 kHz, melalui pemancar internal. Ketika gelombang suara ini mengenai suatu objek, pantulannya kembali ke sensor. Penerima sensor kemudian menangkap gelombang pantulan ini dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Dengan menganalisis waktu yang dibutuhkan gema untuk kembali, sensor dapat menentukan jarak ke objek tersebut. Metode ini memungkinkan deteksi dan pengukuran jarak yang akurat, menjadikan sensor ultrasonik berharga dalam berbagai aplikasi seperti robotika, penghindaran rintangan, dan sistem pengukuran jarak. Elemen piezoelektrik merupakan komponen kunci yang bekerja dengan prinsip efek piezoelektrik, yaitu kemampuan bahan tertentu untuk menghasilkan medan listrik saat mengalami tekanan mekanik dan sebaliknya menghasilkan getaran mekanik saat diberi tegangan listrik.

Sensor ultrasonik bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik ke arah objek target. Gelombang ini merambat melalui medium udara dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika gelombang mengenai objek, gelombang tersebut dipantulkan kembali ke sensor. Sensor kemudian mengukur waktu tempuh gelombang dari pemancaran hingga penerimaan pantulan.

Optical Character Recognition (OCR)

Optical Character Recognition adalah teknologi yang memungkinkan komputer untuk mengenali dan mengubah teks yang terdapat pada gambar atau komputer untuk mengenali dan



mengubah teks yang terdapat pada gambar atau dokumen cetak menjadi data digital yang dapat diedit dan dicari. *OCR* melakukan analisis elektronik terhadap citra untuk mengidentifikasi wilayah yang mengandung informasi tekstual dan mengekstrak teks dari citra tersebut.

Secara sederhana, *OCR* adalah proses pengenalan teks yang berasal dari hasil cetak, tulisan tangan, atau mesin ketik pada berkas *hard copy* yang diubah menjadi format digital. *OCR* banyak digunakan untuk mendigitasi dokumen seperti halaman buku, dokumen resmi, catatan medis, dan lain-lain yang diperoleh melalui *scanner* atau kamera digital.

Prototype

Prototype adalah bentuk awal atau model percontohan dari suatu sistem atau produk yang dikembangkan untuk menunjukkan konsep, fungsi, dan desain yang diinginkan sebelum dilakukan pengembangan secara menyeluruh. Menurut Pressman (2010), *Prototype* adalah suatu bentuk awal dari perangkat lunak atau sistem yang memungkinkan pengguna dan pengembang untuk mengevaluasi fitur-fitur, desain, dan alur kerja secara dini sebelum implementasi akhir dilakukan.

Menurut Sommerville (2007), *Prototype* memiliki beberapa karakteristik utama. Pertama, *Prototype* bersifat iteratif, yaitu dapat dikembangkan dan diperbaiki secara berulang berdasarkan masukan dari pengguna. Kedua, *Prototype* biasanya memiliki fungsionalitas yang terbatas dan difokuskan pada aspek-aspek penting dari sistem. Ketiga, *Prototype* dapat digunakan sebagai alat komunikasi antara pengembang dan pengguna untuk menyamakan pemahaman terhadap kebutuhan sistem. Keempat, *Prototype* bersifat fleksibel dan dapat diubah dengan cepat sesuai dengan kebutuhan selama proses pengembangan berlangsung.

Metode Pengembangan

Penelitian ini menggunakan metode pembuatan prototipe berulang, yang melibatkan pengembangan model sistem awal untuk memfasilitasi penyempurnaan berkelanjutan, meningkatkan integrasi umpan balik pengguna, dan memastikan bahwa desain akhir secara efektif memenuhi persyaratan proyek dan kebutuhan pengguna. Prototipe ini kemudian dievaluasi oleh pengguna akhir, sehingga memungkinkan terjadinya perbaikan dan penyempurnaan sistem sebelum implementasi akhir dilakukan. Menurut Pressman (2005), *prototyping* merupakan metode yang efektif dalam menangani kebutuhan yang kompleks dan belum jelas, karena memberikan gambaran langsung mengenai sistem yang dibangun sejak awal pengembangan.

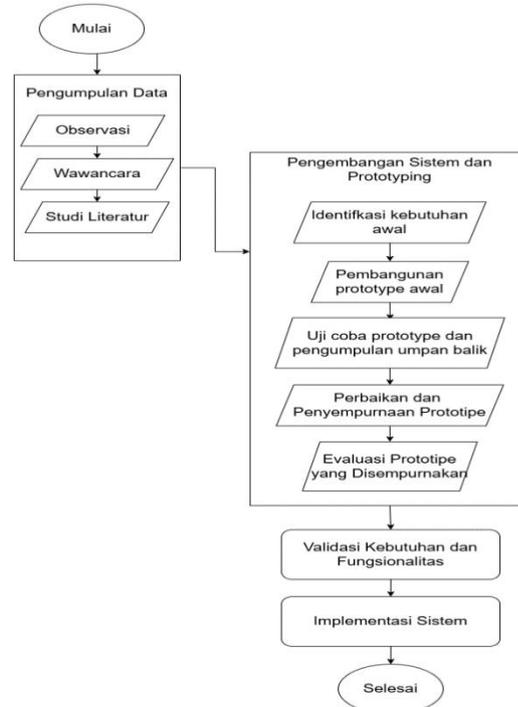
Black-Box Testing

Pengujian *black box* adalah pendekatan pengujian perangkat lunak yang mengevaluasi fungsi perangkat lunak hanya berdasarkan masukan dan keluaran yang diharapkan, tanpa memeriksa kode atau logika internal. Metode ini berfokus pada verifikasi bahwa sistem berperilaku dengan benar dalam berbagai skenario, memastikan fungsionalitas dan persyaratan pengguna terpenuhi secara efektif.

Secara keseluruhan, *Black box testing* adalah metode penting dalam siklus pengujian perangkat lunak yang membantu memastikan kualitas dan fungsi perangkat lunak sesuai dengan kebutuhan pengguna tanpa melihat ke dalam kode sumbernya. Metode ini sering digunakan bersamaan dengan *White box testing* untuk mendapatkan cakupan pengujian yang lebih menyeluruh.

Alur Penelitian

Pembuatan kotak paket berbasis *IoT* disusun melalui beberapa tahapan yang perlu dilaksanakan untuk mempermudah proses penelitian. Alur atau kerangka penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Alur Penelitian

Alur penelitian yang ditunjukkan dalam dimulai dengan tahap pengumpulan data yang melibatkan observasi, wawancara, dan studi literatur untuk memahami masalah dan kebutuhan yang ada. Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah pengembangan sistem menggunakan pendekatan *prototyping*. Proses ini dimulai dengan identifikasi kebutuhan awal, diikuti dengan pembangunan prototipe awal yang mencakup fitur dasar sistem. Prototipe ini kemudian diuji coba untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna, yang akan digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan prototipe. Evaluasi prototipe yang telah disempurnakan dilakukan untuk memastikan bahwa sistem memenuhi kebutuhan pengguna secara efektif. Setelah evaluasi selesai dan prototipe telah disempurnakan, langkah berikutnya adalah validasi kebutuhan dan fungsionalitas untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Tahapan terakhir adalah implementasi sistem di lingkungan nyata, yang menandai berakhirnya proses penelitian.

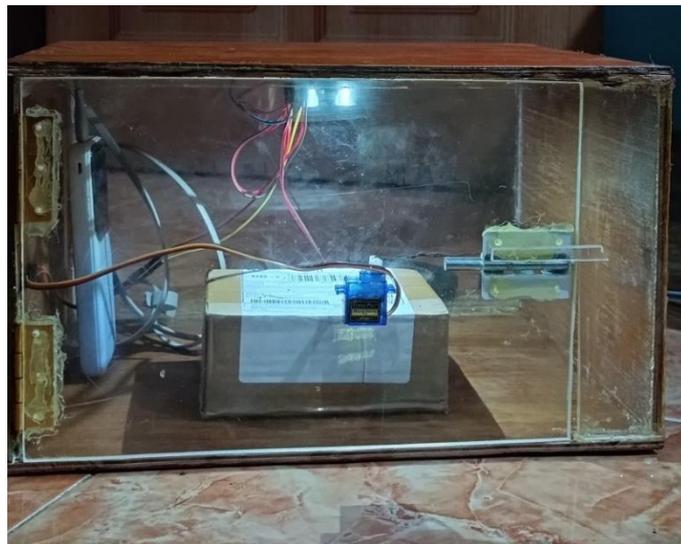
HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Coba Dan Implementasi Prototipe

Pada tahap ini, dilakukan implementasi sistem yang telah dirancang dalam bentuk prototipe untuk diuji coba. Prototipe yang dikembangkan mencakup komponen perangkat keras seperti ESP32-CAM, sensor ultrasonik, motor servo SG90, serta perangkat lunak yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram. Uji coba bertujuan untuk mengevaluasi fungsionalitas, kinerja, serta efektivitas sistem dalam mendeteksi kedatangan paket, mengirimkan notifikasi kepada pemilik rumah, dan membuka atau menutup kotak secara otomatis sesuai dengan

perintah yang diterima. Dalam proses ini, prototipe diuji dengan berbagai kondisi untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Pada tahap implementasi desain prototipe, sistem yang telah dirancang sebelumnya diwujudkan dalam bentuk prototipe fisik yang berfungsi sebagai model awal untuk diuji coba. Prototipe ini mengintegrasikan komponen-komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang telah disusun dalam desain, seperti ESP32-CAM, sensor ultrasonik, motor servo SG90, serta aplikasi Telegram. Implementasi prototipe bertujuan untuk menguji kinerja sistem secara langsung, mengevaluasi interaksi antar komponen, dan memastikan bahwa semua fitur berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan dalam penelitian ini.



Gambar 2. Gabungan Kotak dan Komponen Sistem

Gambar diatas menunjukkan sebuah gabungan kotak dan komponen sistem yang dirancang. Berikut adalah penjelasan terkait komponen-komponen yang ada dalam gambar ini:

1. Struktur Kotak

Kotak ini terbuat dari triplex dan kaca akrilik. Triplex digunakan untuk sisi dan dasar, sedangkan kaca akrilik digunakan pada bagian depan dan belakang. Tujuan penggunaan kaca akrilik adalah untuk memberikan transparansi, sehingga komponen internal dapat terlihat jelas tanpa harus membuka kotak.

2. Komponen Internal

Komponen internal prototipe ini terdiri dari ESP32-CAM, sensor ultrasonik, dan motor servo, yang bekerja secara terintegrasi untuk menjalankan sistem secara efektif. ESP32-CAM berfungsi sebagai mikrokontroler utama, yang mengelola pengambilan gambar dan data dari sensor serta mengontrol motor servo. Papan mikrokontroler ini dilengkapi dengan kamera terintegrasi yang dapat menangkap gambar atau video, serta kemampuan untuk mengirimkan data melalui Wi-Fi. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mengukur jarak antara objek dan prototipe dengan cara mengirimkan gelombang suara yang dipantulkan oleh objek dan dihitung waktu kembalinya. Data jarak ini kemudian diproses oleh ESP32-CAM untuk menentukan apakah perlu dilakukan pergerakan mekanis. Motor servo di sisi kanan kotak bertugas untuk menggerakkan pengunci pintu pada prototipe, berdasarkan perintah dari ESP32-CAM. Semua komponen ini terhubung melalui kabel yang mengalirkan daya dan sinyal, memastikan sistem berfungsi dengan baik. Kabel-kabel ini menghubungkan ESP32-CAM, sensor ultrasonik, dan



motor servo, sehingga memungkinkan koordinasi antar komponen untuk melakukan pengukuran jarak dan penggerakan otomatis sesuai dengan instruksi yang diterima dari mikrokontroler.

3. Sumber Daya

Di bagian samping kotak, terdapat sumber daya yang menyuplai listrik untuk semua komponen di dalamnya, memastikan bahwa servo motor, mikrokontroler, dan komponen lainnya mendapatkan daya yang diperlukan untuk beroperasi.



Gambar 3. Tampilan Bot Telegram

Pada gambar menunjukkan bahwa sistem menggunakan Bot Telegram untuk mengontrol dan memonitor status prototipe. Bot ini berfungsi untuk mengirimkan perintah kepada perangkat secara jarak jauh menggunakan aplikasi Telegram, yang sangat berguna untuk mempermudah interaksi dan pengendalian perangkat tanpa perlu antarmuka fisik langsung.

1. Perintah Yang Dikirimkan

Pengguna dapat mengirim perintah menggunakan berbagai *command* yang tersedia di bot Telegram, seperti:

- **/start**: Memulai bot dan memulai interaksi dengan sistem.
- **/take**: Mengambil gambar melalui ESP32-CAM, yang kemudian dikirimkan kepada pengguna.
- **/open**: Membuka box, yang kemudian menampilkan status "*Opened*" dan mengirimkan gambar label dari ESP32-CAM.
- **/close**: Menutup box, dengan status "*Closed*".

2. Proses Yang Terjadi

Setelah perintah */open* dikirimkan, bot memberi status "*Opened*" dan mengirimkan gambar dari ESP32-CAM yang diambil dari dalam box. Dalam gambar tersebut, terlihat label



dengan nomor resi yang ditemukan, yang menunjukkan bahwa ESP32-CAM berfungsi untuk menangkap gambar dan mengirimkannya melalui bot.

Selain gambar, bot juga menginformasikan nomor resi yang terdeteksi pada label, memberikan informasi tambahan yang berguna kepada pengguna. Setelah perintah `/close` dikirimkan, bot memberikan status "Closed", yang menandakan bahwa box telah ditutup kembali.

Black Box Testing adalah metode pengujian yang fokus pada verifikasi fungsionalitas sistem berdasarkan *input* dan *output* yang dihasilkan, tanpa memerlukan pemahaman tentang struktur internal sistem. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi dan fitur yang diinginkan pada sistem dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan *input* yang sesuai dan memeriksa apakah *output* yang dihasilkan sesuai dengan ekspektasi dan spesifikasi yang telah ditentukan.

Jenis Pengujian pada *Black Box Testing*

Berikut adalah jenis pengujian yang dilakukan dalam pengujian *Black Box Testing* untuk sistem kotak penerima paket berbasis *IoT* :

1) Pengujian Deteksi Paket

Deskripsi : Menguji apakah sensor ultrasonik HC-SR04 dapat mendeteksi keberadaan paket dalam kotak penerima dengan akurat.

Tujuan: Menilai kemampuan sensor dalam mendeteksi ketinggian air (keberadaan paket) dengan rentang yang sesuai.

Hasil Pengujian: Sensor berhasil mendeteksi paket dengan akurasi 95%.

2) Pengujian Pemantauan Visual

Deskripsi : Menguji apakah ESP32-CAM dapat mengambil gambar paket yang terdeteksi dengan kualitas yang baik.

Tujuan : Memastikan kamera mengambil gambar yang jelas meskipun dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi.

Hasil Pengujian : Gambar yang diambil pada pencahayaan normal berkualitas baik, tetapi sedikit penurunan kualitas pada pencahayaan rendah.

3) Pengujian Notifikasi Telegram

Deskripsi : Menguji apakah aplikasi Telegram mengirimkan notifikasi kepada pengguna dengan benar, berisi gambar paket dan nomor resi.

Tujuan : Memastikan sistem memberikan informasi real-time melalui aplikasi Telegram kepada pemilik rumah.

Hasil Pengujian : Notifikasi dikirim dalam waktu kurang dari 10 detik setelah paket terdeteksi.

4) Pengujian Pengendalian Kotak (*Open/Close*)

Deskripsi : Menguji apakah motor servo SG90 berfungsi untuk membuka dan menutup kotak penerima paket sesuai dengan perintah yang diterima melalui Telegram.

Tujuan: Memastikan motor berfungsi dengan baik dan kotak dapat dibuka/tutup dengan presisi.

Hasil Pengujian: Motor servo berfungsi baik, dengan kecepatan respon kurang dari 5 detik untuk membuka dan menutup kotak.

5) Pengujian Akurasi *OCR*

Deskripsi: Menguji apakah *OCR (Optical Character Recognition)* dapat membaca nomor resi pada gambar paket yang diambil oleh ESP32-CAM.

Tujuan : Memastikan sistem dapat membaca dan mengekstraksi informasi penting dari gambar paket dengan akurat.

Hasil Pengujian : *OCR* berhasil membaca nomor resi dengan akurasi 85%.



Tabel 2. Hasil Pengujian Black Box

Jenis Pengujian	Deskripsi Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
Pengujian Deteksi Paket	Menguji sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan paket.	Akurat	Sensor dapat mendeteksi paket dengan baik pada jarak 15cm
Pengujian Pemantauan Visual	Menguji kamera ESP32-CAM untuk mengambil gambar paket yang terdeteksi.	Berhasil	Gambar berkualitas baik pada pencahayaan normal, sedikit penurunan pada pencahayaan rendah.
Pengujian Notifikasi Telegram	Menguji pengiriman notifikasi dan gambar melalui Telegram.	Berhasil	Notifikasi dikirim dalam waktu kurang dari 10 detik setelah deteksi paket.
Pengujian Pengendalian Kotak	Menguji kontrol kotak melalui perintah Telegram (buka/tutup).	Berhasil	Motor servo berhasil membuka dan menutup kotak sesuai perintah dalam waktu kurang dari 5 detik.
Pengujian Akurasi OCR	Menguji pembacaan nomor resi menggunakan OCR.	Berhasil	OCR berhasil membaca nomor resi.

Berdasarkan hasil pengujian *Black Box Testing*, dapat disimpulkan bahwa sistem kotak penerima paket berbasis *IoT* ini berfungsi dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Pengujian pada setiap komponen sistem, mulai dari sensor ultrasonik, ESP32-CAM, hingga *OCR (Optical Character Recognition)*, menunjukkan hasil yang memuaskan. Telegram *API* juga berhasil mengirimkan notifikasi secara *real-time* kepada pemilik rumah, memberikan kemudahan dalam memantau status penerimaan paket.

Namun, terdapat beberapa area yang dapat ditingkatkan, terutama dalam hal kualitas gambar pada kondisi pencahayaan rendah. Penggunaan ESP32-CAM untuk mengambil gambar terkadang kurang optimal jika pencahayaan sekitar tidak memadai. Untuk itu, perbaikan pada pengolahan citra atau penambahan sistem pencahayaan tambahan dapat meningkatkan kualitas gambar yang diambil. Selain itu, akurasi *OCR* yang digunakan untuk membaca informasi pada label paket dapat lebih ditingkatkan dengan penerapan teknik pengolahan citra yang lebih baik, seperti penghapusan *noise* atau penajaman gambar, untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

Di sisi lain, meskipun pengujian pengendalian kotak berjalan baik, terdapat saran untuk meningkatkan kecepatan respon motor servo. Dengan mempercepat pergerakan motor, pengguna akan merasakan kenyamanan yang lebih, terutama dalam situasi yang membutuhkan pengoperasian sistem yang cepat, seperti ketika kurir melakukan pengantaran paket. Selain itu, perlu dicatat bahwa box ini hanya dapat menampung 1 paket pada setiap pengoperasiannya. Hal ini berarti hanya ada ruang terbatas di dalam kotak untuk meletakkan paket. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa posisi box ini tidak terlalu tinggi dan harus berada pada ketinggian yang sejajar dengan penglihatan kurir. Hal ini bertujuan agar kurir dapat dengan mudah menempatkan paket dengan akurat ke dalam kotak tanpa kesulitan, sehingga proses pengantaran paket dan pendeteksian nomor resi oleh sistem dapat berjalan dengan efisien.

Secara keseluruhan, sistem ini telah menunjukkan performa yang baik, namun masih ada beberapa aspek yang dapat ditingkatkan untuk lebih menyempurnakan fungsionalitas dan kenyamanan pengguna dalam menerima paket.



KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem kotak penerima paket berbasis IoT yang dilengkapi dengan fitur pemantauan menggunakan ESP32-CAM. Sistem ini dirancang untuk memantau kedatangan kurir dan mengirimkan notifikasi kepada pemilik rumah melalui aplikasi Telegram, serta mengamankan paket secara otomatis ketika pemilik rumah tidak berada di tempat. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem ini terbukti efektif dalam mendeteksi keberadaan paket dengan menggunakan sensor ultrasonik, serta mengambil gambar paket menggunakan ESP32-CAM. Gambar tersebut kemudian diproses menggunakan OCR (Optical Character Recognition) untuk mengekstrak nomor resi dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna. Selain itu, sistem berhasil mengendalikan water pump dan membuka serta menutup kotak secara otomatis menggunakan motor servo SG90 berdasarkan perintah yang diterima melalui Telegram. Melalui Black Box Testing, pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua fitur sistem bekerja secara optimal, meskipun ada beberapa area yang dapat ditingkatkan, seperti akurasi pengukuran pada kondisi ekstrem dan pengambilan gambar pada pencahayaan rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwari, A., Sunarto, B., & Fadillah, M. H. (2024). Perancangan Smart Box Untuk Penerima Paket Barang Berbasis IoT NodeMCU ESP32 di Asrama Putri STT Texmaco Subang. *Jurnal Infotex*, 2(2), 75–85. Diambil dari <https://ojs.stttxmaco.ac.id/index.php/infotex/article/view/81>
- Arzetti Mee, V., Fardany Faisal, A. L., & Mahmudah, N. (2023). Rancang Bangun Kotak Penerima Paket Berbasis IoT. *Techno Bahari*, 10(2), 24–30. <https://doi.org/10.52234/tb.v10i2.260>
- Ayu Sri. (2023). Smart Packages Box Berbasis Internet of Things. *Media Informatika Budidarma*, 7. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i1.2293>
- Azrin, U., Ziad, I., & Suroso, S. (2022). Rancang Bangun Smart Box Penerima Paket Berbasis IoT Menggunakan Raspberry Pi. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 118–125. <https://doi.org/10.23917/emitor.v22i2.19405>
- Fauzan, Y. (2020). Kotak Penerima Paket Berbasis IoT Menggunakan Modul ESP32-Cam (Skripsi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta). Institutional Repository UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/56069>
- Musyafah, A. A., Khasna, H. W., & Turisno, B. E. (2018). Perlindungan Konsumen Jasa Pengiriman Barang Dalam Hal Terjadi Keterlambatan Pengiriman Barang. *Law Reform*, 14(2), 151, doi:10.14710/lr.v14i2.20863
- Saragih, B., & Bancin, C. (2020). Perancangan Pengukur Jarak Secara Wirelees Menggunakan Sensor Gelombang Ultrasonik Berbasis Arduino UNO ATmega 328 Dengan Tampilan Di Laptop. *Jurnal Teknologi Energi Uda*, 9(2), 74–80. <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega328p>
- Setiadi, D., & Abdul Muhaemin, M. N. (2018). Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi). *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 3(2), 95. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2018.3.2.108>
- Wijaya, A., & Rivai, M. (2018). Monitoring dan Kontrol Sistem irigasi Berbasis IoT Menggunakan Banana PI. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2).