

Teknik Informatika

SISTEM KEAMANAN KOTAK PAKET BERBASIS IOT DENGAN PEREKAMAN VIDEO OTOMATIS

Arif Dwi Prasetya¹, Ahmad Rofiq Hakim², Irwansyah³

^{1,2,3} Teknologi Informasi, Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 20 Juli 2025
Revisi Akhir: 22 Juli 2025
Diterbitkan Online: 23 Juli 2025

KATA KUNCI

Kotak Paket, IoT, ESP8266, ESP32-CAM

Keywords:

Package Receiver Box, IoT, ESP8266, ESP32-CAM

KORESPONDENSI

E-mail: arifdwiprasetya14@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan e-commerce di Indonesia yang pesat telah mendorong meningkatnya volume pengiriman barang oleh layanan jasa pengiriman. Namun, masalah yang sering muncul dalam proses pengiriman barang adalah ketidakhadiran pemilik paket di rumah, yang dapat menyebabkan penurunan kondisi keamanan paket dan efisiensi kerja kurir. Untuk mengatasi masalah tersebut, dikembangkan sistem kotak paket berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu menggantikan peran penerima saat tidak berada di rumah. Sistem ini dilengkapi dengan fitur perekaman video otomatis yang dibentuk dari kumpulan frame gambar yang dikirim secara berkala ke server website untuk kemudian dikompilasi menjadi video. Sistem ini terdiri dari kotak paket yang dilengkapi dengan solenoid door lock, magnetic switch sensor MC-38, mikrokontroler ESP8266 Lolin V3, dan ESP32-CAM. Perangkat lunak berupa website berperan sebagai pusat pengelolaan data paket dan proses validasi nomor resi pengiriman untuk membuka kotak paket. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menggantikan peran penerima paket secara efektif dan mendokumentasikan aktivitas kurir dalam bentuk video yang dapat diakses melalui website.

ABSTRACT

The rapid growth of e-commerce in Indonesia has led to an increased volume of goods shipped by delivery services. However, a common issue in the package delivery process is the recipient's absence from home, which can compromise package security and reduce courier work efficiency. To address this problem, an Internet of Things (IoT)-based parcel box system has been developed. This system can act as a substitute receiver when the owner isn't home. It features automatic video recording, created by compiling image frames periodically sent to a website server and then compiled into a video. The system comprises a parcel box equipped with a solenoid door lock, a magnetic switch sensor MC-38, an ESP8266 Lolin V3 microcontroller, and an ESP32-CAM. A website serves as the software managing package data and validating shipping receipt numbers to open the parcel box. Testing results indicate that the system effectively replaces the role of a package recipient and successfully documents courier activities in video form, accessible via the website.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital berdampak langsung pada meluasnya penggunaan e-commerce di masyarakat. Menurut data dari penelitian berjudul "The Opportunity of Indonesia" yang digagas oleh TAMASEK dan Google, pertumbuhan e-commerce di Indonesia meningkat seiring meningkatnya pertumbuhan jumlah pengguna Internet. Pada tahun 2015 pengguna internet di Indonesia sebanyak 92 juta orang dan diperkirakan pada tahun 2020 pengguna internet di Indonesia meningkat menjadi 215 juta orang.

Pada tahun 2015 jumlah pembeli online di Indonesia sebanyak 18 juta orang dan diperkirakan pada tahun 2025 ada 119 juta orang pembeli online [1]. Selanjutnya Keminfo juga menyebutkan media sosial yang paling banyak diakses 50,7% Facebook, disusul Instagram 17,8% dan Youtube 15,51%. Berdasarkan angka di atas kita bisa mengetahui bahwa dari pengguna internet aktif pada tahun 2019 sebanyak 171 juta menggunakan e-commerce sebesar 14% atau 23,94 juta, angka ini cukup besar ditambah lagi dengan masa pandemi COVID-19 dimana masyarakat selaku konsumen melakukan karantina dirumah, maka diprediksi terjadi kenaikan yang signifikan pada belanja online [2]. Meningkatnya penggunaan e-commerce di masyarakat berbanding lurus dengan peningkatan aktifitas pengiriman barang oleh layanan jasa pengiriman. Namun, kegiatan pengiriman barang tidak lepas dari adanya berbagai masalah. Berdasarkan survei yang dilakukan pada 10 Maret 2021 dengan 100 responden, disimpulkan bahwa 62% permasalahan yang dialami adalah proses penerimaan paket dan risiko keamanan saat pengiriman paket, dimana kurir tidak menemukan pemilik paket di rumah [3]. Ketidakhadiran pemilik paket di rumah dapat berdampak pada penurunan efisiensi kerja kurir karena harus melakukan penjadwalan dan pengiriman ulang di lain hari. Selain itu, kurir juga kerap kali mengambil jalan pintas dengan meletakkan paket di halaman rumah dari pemilik paket yang dapat menimbulkan resiko terjadinya pencurian paket. Menanggapi permasalahan yang ada, telah dilakukan beberapa penelitian untuk mengembangkan sistem kotak penerima paket berbasis Internet of Things (IoT).

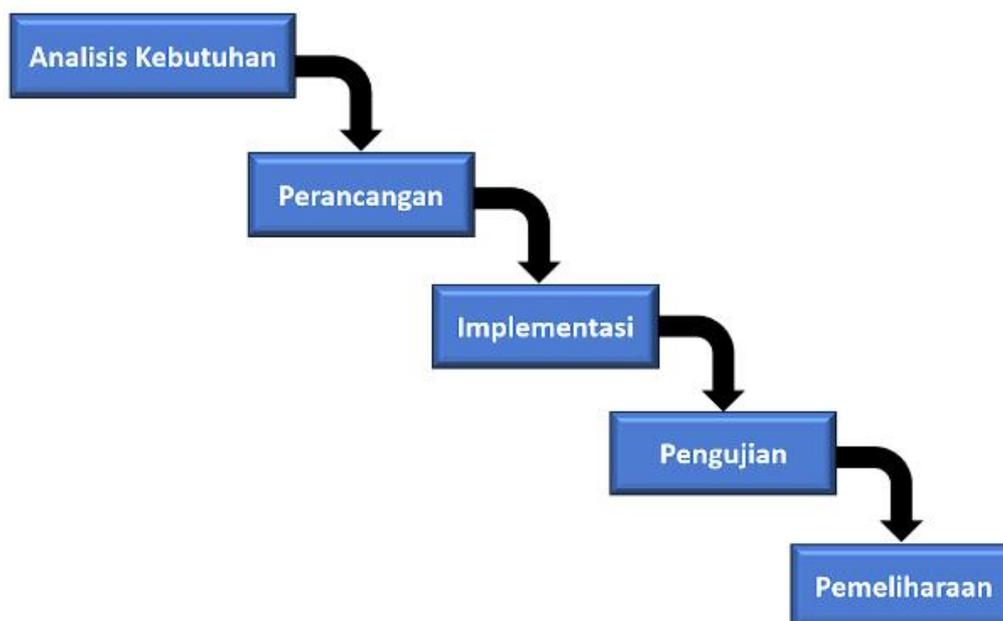
TINJAUAN PUSTAKA

Dalam jurnal berjudul "*Package Receiver Box Based on IoT Using Fuzzy Mamdani and Mobile Application*", Ilham Firman Ashari dan Arimbi Ayuningtyas mengembangkan kotak penerima paket berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan modul kamera ESP32-CAM untuk memindai kode QR nomor resi dan memantau status kotak paket melalui aplikasi mobile berbasis Android yang terintegrasi dengan Firebase. Metode logika fuzzy Mamdani menggunakan input dari sensor berat dan jarak untuk menentukan status isi kotak: kosong, setengah, atau penuh. Jika pemindaian QR gagal, sistem ini memiliki keypad sebagai alternatif untuk membuka. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menjalankan fungsi penyimpanan paket dalam waktu rata-rata 11 detik, dan data dapat sinkronisasi ke Firebase dalam waktu ± 3 detik [3]. Penelitian lain oleh [4] merancang smart box berbasis Raspberry Pi dan Arduino Uno yang terintegrasi dengan webcam, solenoid lock, dan aplikasi Telegram. Sistem ini memungkinkan pengguna membuka kotak dari jarak jauh, menangkap gambar kurir, serta mendeteksi berat paket melalui Load Cell sensor. [5] mengembangkan kotak penerima barang dengan fitur sterilisasi sinar UVC. Sistem ini mengandalkan kode QR yang dapat diakses oleh kurir paket untuk melakukan proses input nomor resi paket. Jika nomor resi yang diinput oleh kurir sesuai dengan data yang ada dalam database maka kotak paket akan terbuka secara otomatis dan menjalankan proses sterilisasi selama 10 detik. Barang yang telah diterima oleh sistem akan terdeteksi sensor IR dan menjadi syarat pengiriman notifikasi ke pemilik paket melalui Telegram. Selain itu, [6] mengembangkan smartbox berbasis Raspberry Pi yang dilengkapi dengan webcam dan algoritma Haar Cascade untuk mengidentifikasi keberadaan kurir. Aplikasi Telegram mengontrol sistem, yang memiliki sensor ultrasonik dan motor servo untuk membuka kunci. Pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi wajah dalam sudut $\pm 45^\circ$ dan memberikan notifikasi otomatis tentang status paket. Sistem sterilisasi berbasis sinar ultraviolet (UV-C) yang dikendalikan melalui aplikasi mobile telah dikembangkan oleh [7]. Sebagai mikrokontroler, sistem ini menggunakan ESP32 dan memiliki beberapa sensor, termasuk DHT22, sensor pintu, dan lampu ultraviolet. Setelah paket ditemukan, sistem secara otomatis membersihkannya dan memberi tahu pengguna. Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, kotak paket berbasis IoT telah dikembangkan dengan pendekatan beragam, mulai dari fuzzy logic, komunikasi Telegram, hingga sterilisasi UV. Namun, belum ada yang secara spesifik melakukan dokumentasi aktivitas kurir dalam bentuk video untuk mengantisipasi tindakan pencurian yang mungkin saja dilakukan oleh kurir itu sendiri. Sebagai research gap dalam penelitian ini dikembangkan sistem penerima paket yang dapat merekam aktivitas kurir paket. Penelitian ini juga memanfaatkan WhatsApp Api untuk mengirimkan notifikasi ke pemilik paket saat kurir paket datang dan berinteraksi dengan sistem. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat

memberikan kontribusi baru dalam sistem keamanan kotak paket berbasis IoT dengan fitur visual video berbasis server-side processing.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan *Waterfall Model* sebagai kerangka kerja dalam membangun sistem kotak paket berbasis IoT. Adapun tahapan-tahapan yang ada dalam *Waterfall Model* dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Metode Waterfall

Analisis Kebutuhan

Pada tahapan ini, dilakukan pengumpulan data yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengetahui kebutuhan dari sistem yang dibangun. Adapun metode pengumpulan data yang akan digunakan adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Proses studi literatur dilakukan dengan membaca dan mempelajari penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya terkait dengan sistem kotak paket berbasis IoT.

2. Observasi

Proses observasi dilakukan dengan mengamati fenomena dan aktivitas yang berkaitan dengan sistem kotak paket berbasis IoT, dalam hal ini merupakan perilaku pengiriman paket yang dilakukan oleh kurir pada saat pemilik paket tidak sedang berada di rumah.

Perancangan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan melalui proses studi literatur dan juga observasi, dilakukan proses pembuatan desain yang dibutuhkan untuk membangun kotak paket berbasis IoT yang merupakan objek dari penelitian ini. Adapun uraian dari desain-desain yang akan dibuat adalah sebagai berikut.

1. Desain sistem, merupakan proses yang akan menghasilkan rancangan terkait dengan bagaimana interaksi antara perangkat keras, perangkat lunak, dan pihak-pihak lain yang terlibat sebagai satu kesatuan membentuk suatu alur yang disebut sebagai sistem kotak paket berbasis IoT.
2. Desain perangkat keras, merupakan proses perancangan berbagai perangkat keras yang perlu diintegrasikan menjadi satu kesatuan untuk memenuhi kebutuhan dari sistem yang akan dibangun, antara lain yaitu skematik rangkaian dan desain 3D produk kotak paket.

3. Desain perangkat lunak, merupakan proses perancangan alur kerja program dan tahapan-tahapan dari sistem perangkat lunak yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan dari sistem kotak paket berbasis IoT, antara lain yaitu desain *flowchart*, *usecase*, dan juga *mockup interface* yang nantinya akan berhadapan langsung dengan pengguna.

Implementasi

Pada tahap ini dilakukan implementasi untuk merealisasikan berbagai rancangan yang telah dibuat pada tahap desain. Terkait dengan perangkat keras, peneliti melakukan perakitan dan juga penyolderan terhadap komponen-komponen yang diperlukan untuk dapat membangun kotak paket berbasis IoT. Sedangkan untuk perangkat lunak, dilakukan penulisan kode program meliputi program sistem minimum dan juga program dari aplikasi yang dibangun sebagai antarmuka untuk pengoperasian sistem.

Pengujian

Pada tahapan ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Baik perangkat keras maupun perangkat lunak diharapkan dapat bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan sehingga dapat menjadi solusi dari permasalahan yang ada. Adapun pengujian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan menguji seluruh fitur dan fungsionalitas website, termasuk proses *create*, *read*, *update*, dan *delete* yang terhubung dengan *database*. Untuk kode program sistem minimum, pengujian memastikan bahwa sistem dapat bertukar data dengan server web serta memproses data dari sensor dan aktuator dengan benar.
2. Pengujian perangkat keras, dilakukan dengan cara menguji kinerja sensor dan aktuator yang ada serta indikator yang diperlukan untuk menjalankan sistem kotak paket. Berdasarkan hasil *output* dari sensor dan aktuator yang terhubung dengan ESP8266, dapat dilakukan pengamatan apakah kamera pada ESP32-CAM dapat berfungsi dengan baik atau tidak untuk melakukan rekam video pada saat pintu kotak paket terbuka.

Pemeliharaan

Pada tahapan ini dilakukan perawatan terhadap sistem keamanan kotak paket berbasis IoT yang telah dibangun dengan memeriksa kondisi perangkat keras dan perangkat lunak yang ada serta memastikan tidak ada yang menghambat kinerja sistem kotak paket. Berdasarkan hasil pada tahap pengujian yang telah dilakukan, peneliti akan melakukan perbaikan jika terdapat kesalahan guna memastikan bahwa sistem kotak paket berbasis IoT dapat bekerja secara optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kebutuhan

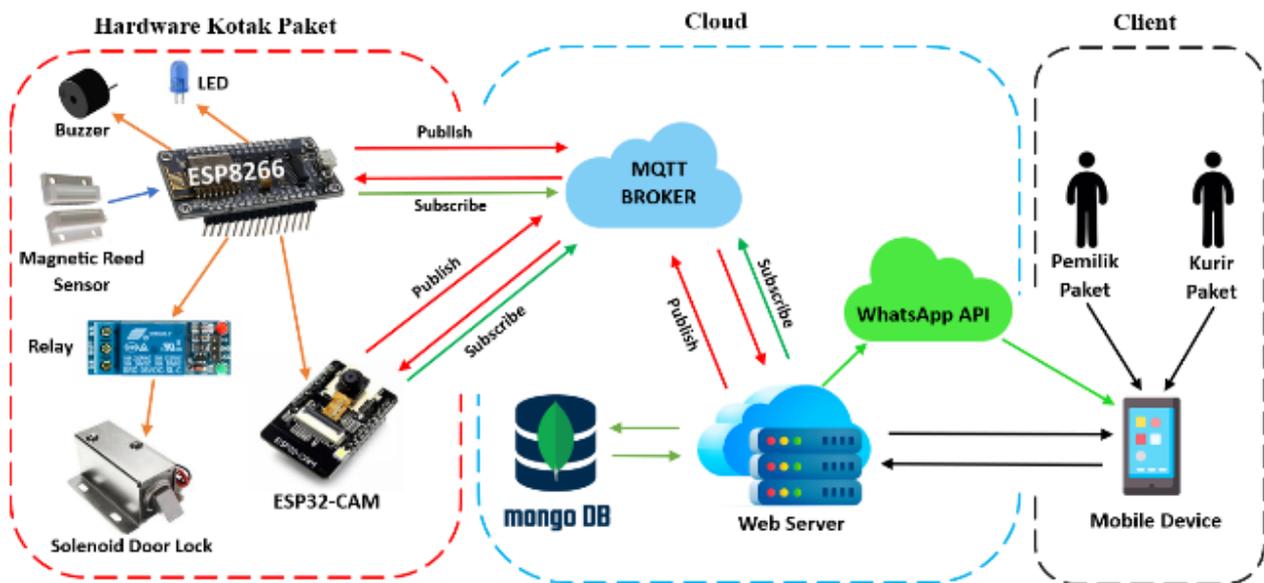
Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan melalui proses studi literatur dan juga observasi untuk mengetahui kebutuhan dari sistem yang dibangun, penulis mengklasifikasikan data-data yang akan berperan dalam sistem berjalan adalah sebagai berikut.

1. Data paket
Data ini meliputi nama paket dan juga nomor resi pengiriman yang akan dimasukkan ke dalam sistem web sebagai identitas dari barang yang akan diterima oleh sistem kotak paket.
2. Data kebutuhan perangkat keras
Data ini berupa kebutuhan sistem minimum yang dapat melakukan pemrosesan data dan melakukan pertukaran data secara nirkabel untuk dapat memenuhi kebutuhan dari sistem yang dibangun seperti halnya menerima perintah yang dikirimkan pengguna melalui sistem web, menerima *input* dari sensor, menggerakkan aktuator, dan melakukan rekam video sebagai bentuk monitoring keamanan sistem. Selain komponen-komponen elektronika, juga diperlukan bahan-bahan dan perkakas untuk dapat membangun produk kotak paket yang kuat dengan desain yang disesuaikan untuk dapat mengakomodir kebutuhan dan fungsional dari sistem kotak paket berbasis IoT.

3. Data kebutuhan perangkat lunak

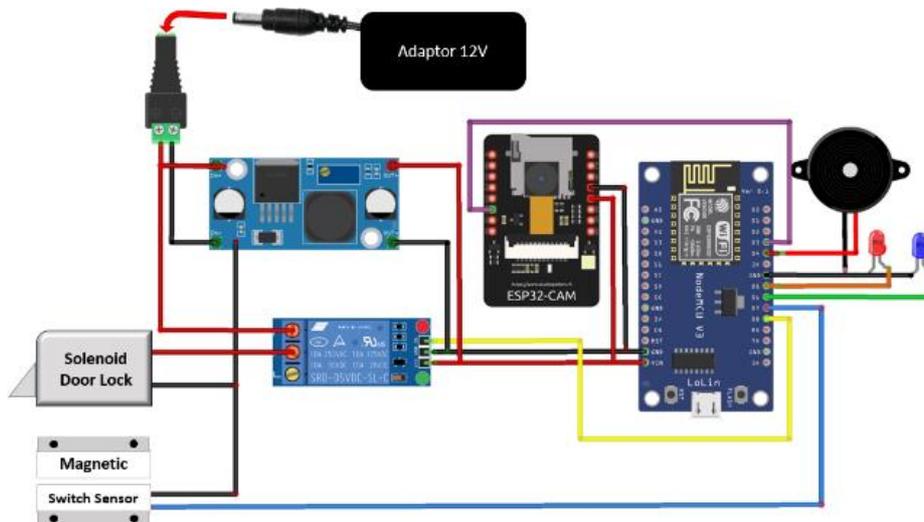
Data ini meliputi kebutuhan pengembangan aplikasi berbasis web dengan bahasa markah untuk membuat tampilan antar muka dari aplikasi web, bahasa pemrograman untuk membuat logika pemrosesan agar aplikasi dapat bekerja dengan baik, basis data, dan juga metode yang digunakan untuk mengintegrasikan data antara *frontend* dan *backend*. Kemudian untuk dapat membangun aplikasi dengan lebih efisien, penulis juga memerlukan berbagai *framework* dan pustaka yang dapat membantu penulis dalam membangun antar muka dari sistem kotak paket berbasis *IoT*.

Hasil Perancangan



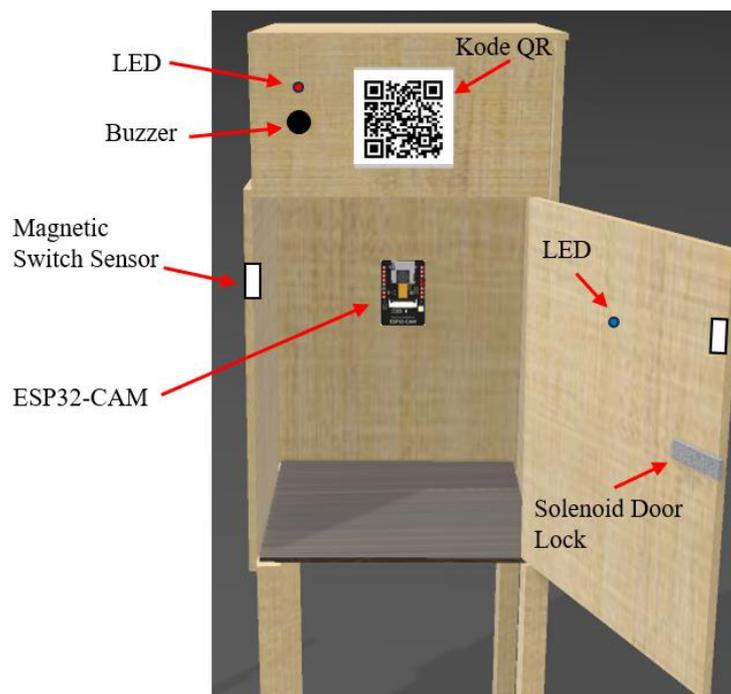
Gambar 2. Desain Sistem

Pada gambar 2 dapat dilihat desain sistem dari kotak paket berbasis *IoT* yang menunjukkan bagaimana interaksi antara pengguna, *software*, dan *hardware* pada sistem berjalan. Sistem ini dirancang untuk mengelola penerimaan paket secara otomatis dan aman. Pemilik paket memulai proses dengan memasukkan nama dan nomor resi paket melalui antarmuka web yang dapat diakses via *smartphone*. Data ini kemudian dikirim ke server web dan disimpan dalam *database* untuk validasi. Ketika kurir tiba, mereka memindai kode QR pada kotak paket dan memasukkan nomor resi untuk validasi melalui sistem web. Sistem akan membandingkan nomor resi yang dimasukkan kurir dengan data di *database*. Jika valid, sistem web akan mengirimkan notifikasi ke WhatsApp API untuk memberitahu pemilik paket bahwa kurir menunggu konfirmasi pembukaan kotak. Pemilik paket lalu mengkonfirmasi pembukaan melalui halaman *website*, yang memicu sistem web untuk mengirimkan perintah pembukaan ke sistem *minimum* ESP8266 melalui *MQTT publish*. ESP8266 akan menerima perintah ini melalui *MQTT subscribe*, mengaktifkan indikator dan menggerakkan aktuator untuk membuka kotak. Setelah itu, kurir dapat membuka kotak paket dengan mengikuti petunjuk dan menekan pintu saat indikator LED dan *buzzer* aktif. Pintu kotak yang terbuka akan dideteksi oleh *magnetic switch sensor*, yang kemudian mengirimkan sinyal ke ESP32-CAM untuk merekam kurir saat meletakkan paket. Terakhir, pemilik paket dapat melihat status pengiriman dan video rekaman melalui halaman *website*, dan dapat membuka kotak paket secara mandiri melalui tombol "buka kotak" di *website* untuk mengambil paket.



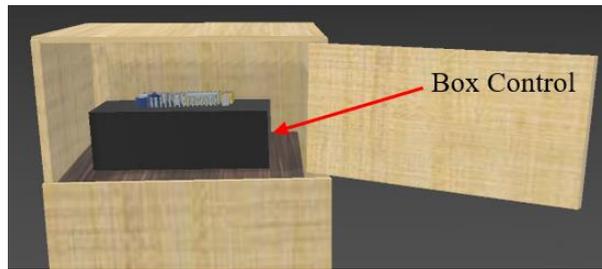
Gambar 3. Desain Skematik Komponen Hardware

Pada gambar 3 dapat diketahui bagaimana skematik rangkaian perangkat keras yang diimplementasikan menjadi satu kesatuan sebagai mesin elektronik yang beroperasi pada produk kotak paket berbasis *IoT*. Sistem kotak paket berbasis *IoT* ini dioperasikan oleh dua sistem minimum: ESP8266 dan ESP32-CAM. ESP8266 berfungsi sebagai pusat pemrosesan data untuk sensor dan aktuator, mengelola input/output serta terhubung ke *cloud* untuk komunikasi data. Sementara itu, ESP32-CAM fokus pada perekaman video dan gambar sebagai alat *monitoring* keamanan untuk merekam aktivitas kurir. Kedua *mikrokontroler* ini mendapatkan daya dari adaptor 12V yang mengkonversi listrik PLN, dengan Stepdown LM2986 menurunkan tegangan menjadi 5V DC yang dibutuhkan oleh perangkat. Socket Jack Female memfasilitasi koneksi antara adaptor dan *stepdown*. Untuk mekanisme penguncian, relay bertindak sebagai sakelar yang mengontrol aliran tegangan listrik ke Solenoid Door Lock, yang berfungsi mengunci pintu kotak. Indikasi status sistem disediakan oleh LED Merah yang menandakan perangkat aktif, dan LED Biru bersama buzzer yang menandakan validasi sukses dan kotak siap dibuka. Terakhir, Magnetic Switch Sensor mendeteksi kondisi pintu terbuka, memicu ESP8266 untuk mengirim informasi ke *web server* dan ESP32-CAM untuk memulai perekaman dan *refresh* halaman *website*.



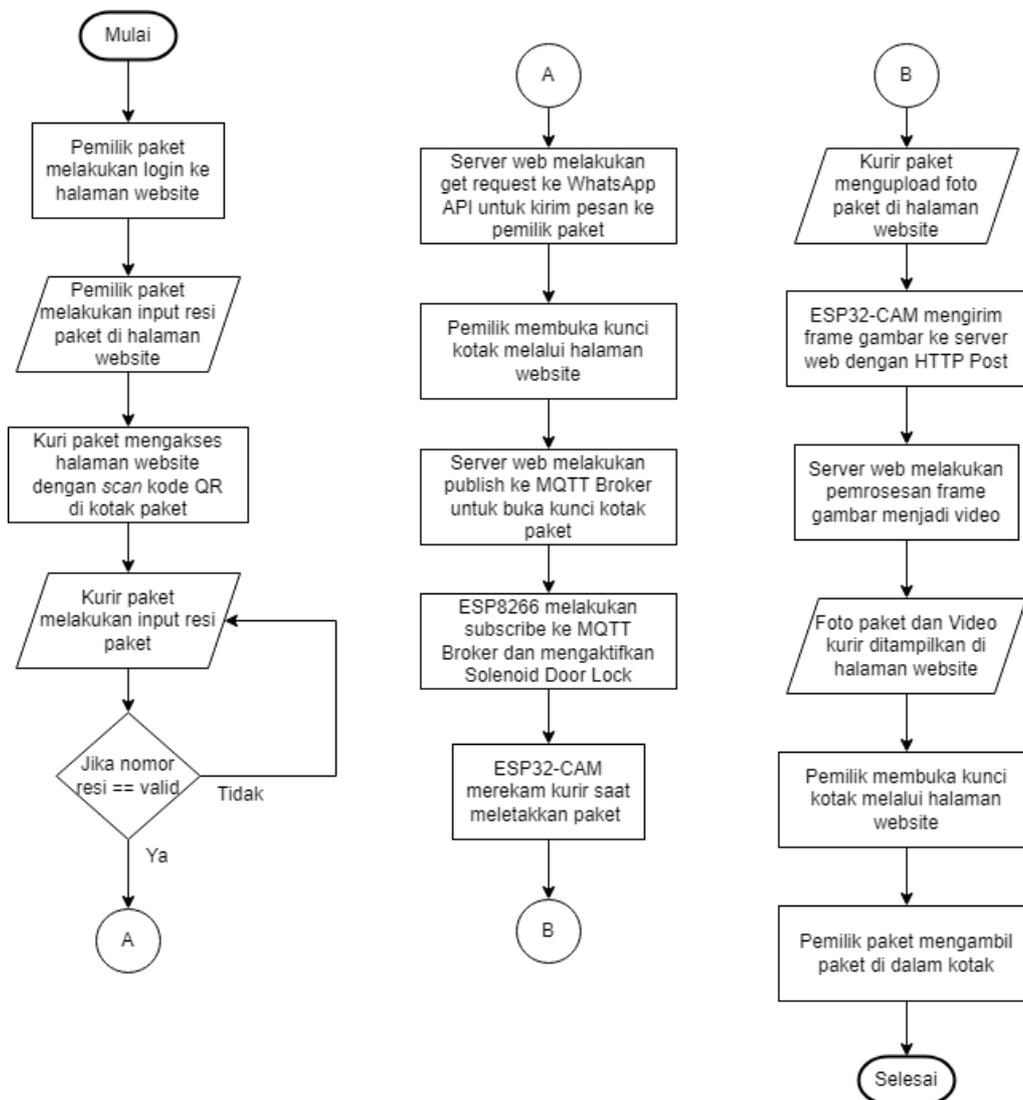
Gambar 4. Tampak Depan Kotak Paket

Desain kotak paket dapat dilihat pada gambar 4, bagian depan dari kotak paket terdapat kode QR yang diperuntukkan bagi kurir agar dapat melakukan *scan* untuk mengakses halaman website dan melakukan proses validasi nomor resi paket. Selain itu juga terdapat komponen elektronika lainnya seperti led, buzzer, *magnetic switch sensor*, solenoid door lock, dan juga modul ESP32-CAM.



Gambar 5. Tampak Samping Kotak Paket

Pada gambar 5, bagian samping dari kotak paket terdapat pintu kontrol yang menjadi tempat untuk meletakkan *box control* di mana semua komponen elektronika perangkat keras dari kotak paket berbasis *IoT* ini diletakkan.

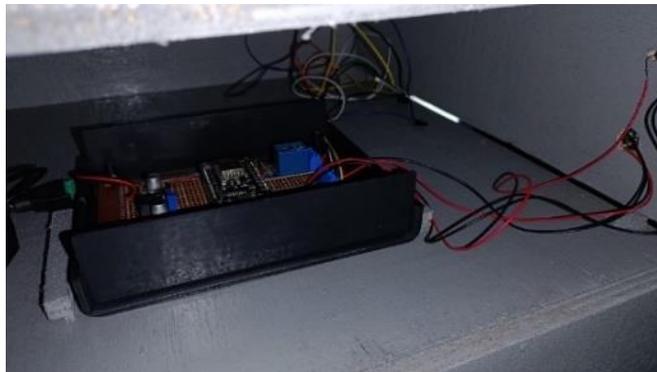


Gambar 6. Flowchart Sistem

Pada gambar 6 dapat diketahui bagaimana alur sistem ini berjalan mulai dari proses input data paket yang dilakukan oleh pemilik paket sampai dengan pemilik paket melakukan pengambilan terhadap paket yang

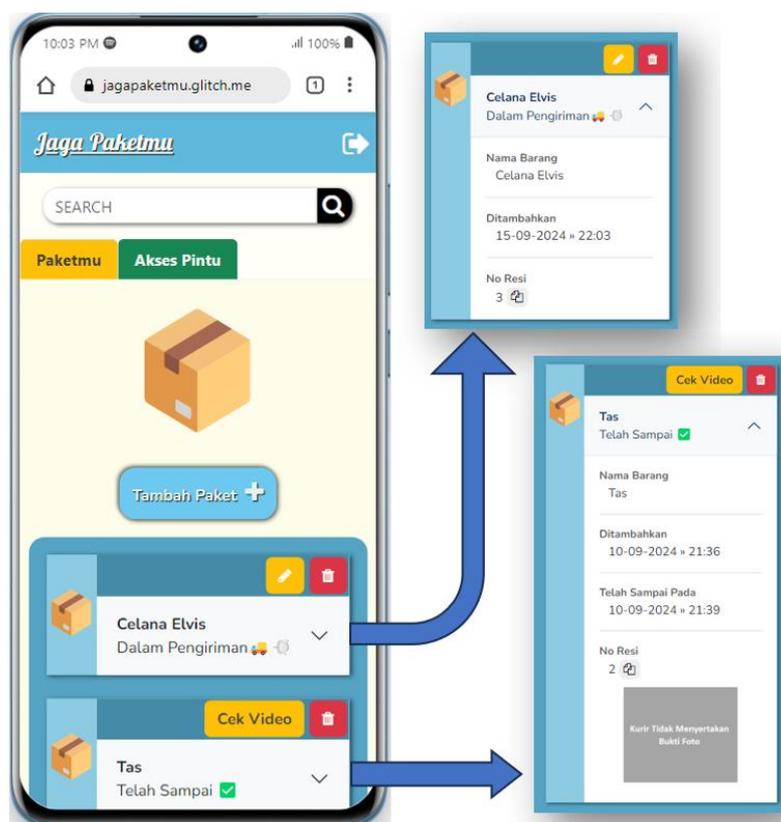
telah berhasil diterima oleh sistem kotak paket berbasis *IoT*. *Flowchart* sistem ini menunjukkan alur proses penerimaan satu buah paket dan akan terus berulang jika ada paket lain yang dipesan.

Hasil Implementasi



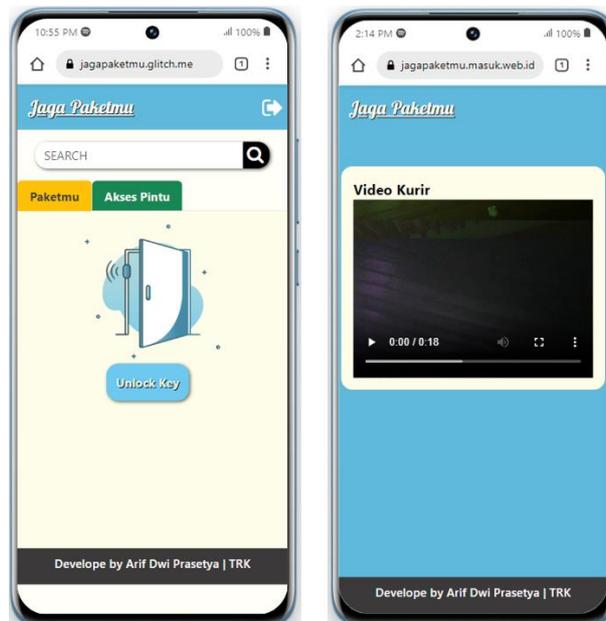
Gambar 7. Instalasi Komponen Elektronik

Hasil implementasi perangkat keras berupa instalasi komponen kotak paket dapat dilihat pada gambar 7. Sedangkan hasil implementasi perangkat lunak berupa website dapat dilihat pada gambar 8 berikut.



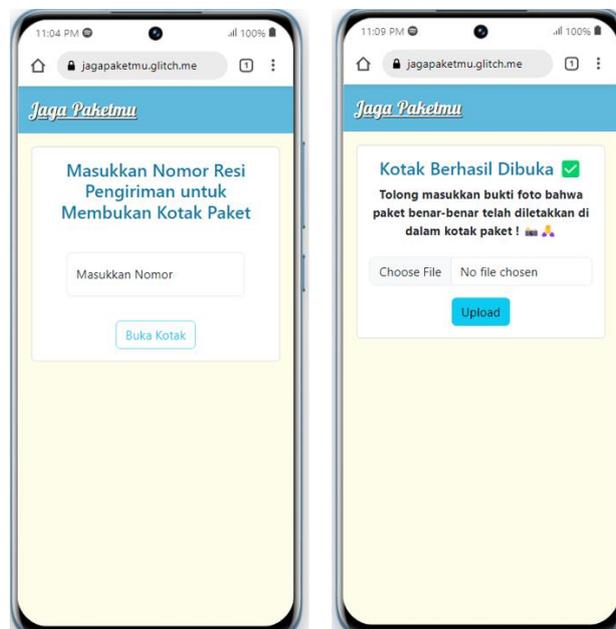
Gambar 8. Tampilan Website Jaga Paketmu

Website sebagai *software* dari sistem kotak paket *IoT* dibuat dengan *framework* Flask dan *database* MongoDB serta diberi nama website "Jaga Paketmu". Pada halaman utama di gambar 8, pemilik paket dapat melakukan proses *input* data paket untuk menambahkan paket terbaru yang akan diterima oleh sistem kotak paket berbasis *IoT*. Pemilik paket juga dapat mengubah dan menghapus data paket. Selain itu, di halaman ini juga terdapat *button* "Akses Pintu" untuk membuka kotak paket dan *button* "Cek Video" untuk pergi ke halaman lanjutan dan melihat video dari kurir paket.



Gambar 9. Halaman Akses Lanjutan

Halaman lanjutan pada gambar 9 yang dapat diakses pemilik paket adalah halaman akses pintu dan video kurir. Halaman akses pintu, merupakan halaman yang dapat dibuka dengan menekan *button* "Akses Pintu" pada halaman utama. Di halaman akses pintu ini pengguna dapat menekan *button* "Unlock Key" untuk mengirimkan perintah buka kotak paket ke sistem minimum. Halaman video kurir, merupakan halaman lanjutan yang dapat diakses pemilik paket untuk melihat video kurir pada saat melakukan peletakkan paket di dalam kotak paket. Halaman ini dapat diakses dengan menekan *button* "Cek Video" yang ada pada masing-masing paket dengan status barang "telah sampai" di halaman utama website.



Gambar 10. Halaman Website Kurir Paket

Pada gambar 10 dapat dilihat bagaimana tampilan dari halaman website yang dapat diakses oleh kurir paket dengan melakukan *scan* pada kode QR yang terdapat di kotak paket. Di halaman ini kurir paket dapat melakukan proses validasi nomor resi paket dan melakukan upload bukti foto paket pada saat kotak paket berhasil dibuka setelah pemilik paket menerima pemberitahuan melalui WhatsApp dan membuka kunci kotak paket.

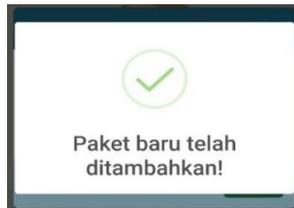
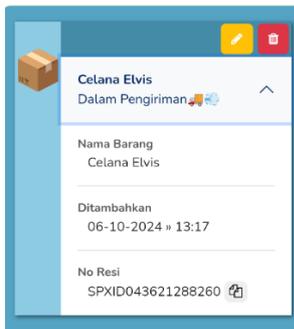
Hasil Pengujian

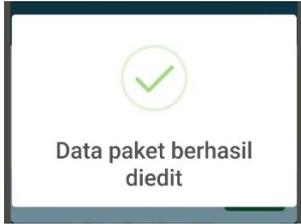
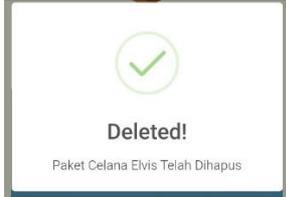
Tabel 1. Hasil Uji Perangkat Keras

No	Perangkat	Skenario Uji	Hasil Uji
1	ESP8266	Dilakukan koneksi ke jaringan internet dan pemrograman untuk mengetahui fungsional pin digital dari ESP8266	Berhasil
2	ESP32-CAM	Dilakukan pengambilan frame gambar untuk mengetahui fungsional kamera dari ESP32-CAM	Berhasil
3	Magnetic Switch Sensor	Dilakukan pengujian apakah sensor dapat memberikan <i>output HIGH</i> saat sensor dalam kondisi terbuka.	Berhasil
4	Modul Relay	Dilakukan pengujian apakah relay dapat memutus/menghubungkan arus listrik	Berhasil
5	Solenoid Door Lock	Dilakukan pengujian untuk mengaktifkan Solenoid Door Lock dengan tegangan 12V DC	Berhasil
6	Led dan Buzzer	Diberikan tegangan listrik untuk menguji kinerja Led dan Buzzer sebagai indikator kotak paket	Berhasil

Pada tabel 1, dapat dilihat hasil dari proses uji perangkat keras. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, perangkat-perangkat elektronika dan modul yang digunakan dapat bekerja dengan baik sesuai dengan *output* yang diinginkan untuk memenuhi kebutuhan sistem kotak paket berbasis IoT.

Tabel 2. Hasil Pengujian Website

No	Skenario Uji	Hasil Uji
1	Dilakukan penambahan data paket dengan memasukkan nama dan nomor resi paket	Berhasil
		
2	Halaman website menampilkan data paket berdasarkan data yang telah dimasukkan	Berhasil
		

No	Skenario Uji	Hasil Uji
3	Dilakukan pengubahan data nama atau nomor resi paket	Berhasil 
4	Dilakukan penghapusan data paket	Berhasil 

Data pada tabel 2 menunjukkan hasil pengujian website yang digunakan untuk mengelola data paket. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, website “Jaga Paketmu” dapat berfungsi dengan baik untuk menyimpan dan menampilkan data paket sesuai dengan kebutuhan sistem kotak paket berbasis IoT.

Tabel 3. Hasil Uji Sistem IoT

No	Nama Paket	Hasil Validasi	Video Kurir
1	Keripik Pisang Sale		
2	Celana Boxer		

3 Hammock Gantung



Setelah melakukan pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak dengan keberhasilan 100%. Maka dilakukanlah pengujian sistem IoT untuk menerima paket. Pada tabel 3 dapat dilihat hasil pengujian dari proses penerimaan paket oleh sistem. Saat proses validasi berhasil, website akan mengirimkan pesan pemberitahuan WhatsApp ke pemilik paket dengan durasi pengiriman pesan 3 sampai 7 detik (bergantung pada kestabilan konektivitas jaringan internet) setelah nomor resi dinyatakan valid oleh sistem web. Berdasarkan pesan pemberitahuan WhatsApp yang telah diterima oleh pemilik paket melalui proses validasi resi, pemilik paket dapat menekan tombol “*unlock key*” yang terdapat di halaman website untuk mengirimkan pesan MQTT ke ESP8266 dan mengaktifkan kunci *solenoid*. Saat kunci *solenoid* aktif kurir dapat membuka kotak dan meletakkan paket, selama proses ini ESP32-CAM akan melakukan perekaman kurir paket pada saat pintu kotak paket terbuka berdasarkan hasil pembacaan dari *magnetic switch sensor*. Memperjelas bagaimana video kurir paket dihasilkan, ESP32-CAM mengirimkan frame gambar satu per satu ke server web dengan protokol HTTP. Saat pintu kotak paket tertutup dan proses pengiriman paket selesai, dilakukan proses kompilasi kumpulan frame gambar yang ada di server web dengan *library* PyAV (*library* python yang dapat menangani pemrosesan multimedia) untuk menjadi video mp4 yang dapat diakses oleh pemilik paket melalui halaman website.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tahapan-tahapan penelitian yang telah dilakukan untuk membangun kotak paket berbasis IoT. Dapat ditarik kesimpulan dari penelitian “Sistem Keamanan Kotak Paket Berdasarkan Validasi Nomor Resi Pengiriman Berbasis IoT” adalah sebagai berikut.

1. Kotak paket berbasis IoT dibuat menggunakan ESP8266 sebagai sistem minimum, *magnetic switch sensor* sebagai sensor pendeteksi kondisi terbukanya pintu kotak, relay dan *solenoid door lock* sebagai aktuator yang berperan untuk mengunci pintu kotak, led dan *buzzer* sebagai indikator terbukanya pintu kotak, serta ESP32-CAM untuk merekam kurir paket.
2. Aplikasi berbasis website sebagai antarmuka dari sistem kotak paket berbasis IoT dibuat menggunakan *framework* flask dengan *database* mongoddb untuk mengelola data paket dan memenuhi kebutuhan sistem kotak paket berbasis IoT.
3. Sistem keamanan dibuat dengan mengandalkan fitur validasi nomor resi pengiriman melalui website, pemberitahuan melalui WhatsApp kepada pemilik paket, dan perekaman kurir paket menggunakan ESP32-CAM saat pintu kotak paket terbuka untuk mengetahui resiko pencurian yang mungkin saja dilakukan oleh kurir paket.
4. Pertukaran data dalam konteks *Internet Of Things* antara kotak paket dengan aplikasi website dibuat menggunakan protokol MQTT untuk membuka kotak paket dan HTTP untuk mengirimkan frame gambar.

Setelah dilakukan penelitian “Sistem Keamanan Kotak Paket Berdasarkan Validasi Nomor Resi Pengiriman Berbasis IoT” yang menghasilkan produk kotak paket berbasis IoT, terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan selanjutnya.

1. Produk kotak paket dapat dibuat dengan menggunakan bahan yang lebih kuat seperti baja atau plat besi.
2. Pengiriman frame gambar dari ESP32-CAM dapat dilakukan dengan protokol yang lebih efisien seperti MQTT berbayar atau websocket untuk menghasilkan pengiriman frame yang lebih cepat dan kualitas video dengan jumlah fps yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Zaenudin, “Profil Konsumen Belanja Online di Indonesia,” 2017. Accessed: Apr. 20, 2025. [Online]. Available: <https://tirto.id/profil-konsumen-belanja-online-di-indonesia-cuEG>
- [2] N. Hardiyanto, A. Indra Gunawan, W. Rafdinal, and N. C. Afif, “Analisis Perilaku Belanja Online Selama Masa Pandemi COVID-19,” *Jurnal Riset Bisnis dan Investasi*, vol. 6, no. 3, 2021, doi: 10.35313/jrbi.v6i3.2246.
- [3] I. F. F. Ashari and A. Ayuningtyas, “PACKAGE RECEIVER BOX BASED ON IOT USING FUZZY MAMDANI AND MOBILE APPLICATION,” *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer)*, vol. 8, no. 1, pp. 56–64, Jan. 2023, doi: 10.33480/jitk.v8i1.2982.
- [4] U. Azrin, I. Ziad, and S. Suroso, “Rancang Bangun Smart Box Penerima Paket Berbasis IoT Menggunakan Raspberry Pi,” *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 22, no. 2, pp. 118–125, Aug. 2022, doi: 10.23917/emitor.v22i2.19405.
- [5] R. Hanifatunnisa, R. Hasanah, M. Naidah Gani, R. Dea Riyadi, and T. Irfan, “Sistem Penerima Paket Barang dengan Sterilisasi UVC Melalui Telegram Berbasis IoT,” *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 13, no. 3, 2022, doi: 10.22441/jte.2022.v13i3.003.
- [6] D. Ronaldo, N. Nugrahaningsih, and E. Pratamajaya, “SMARTBOX PENERIMA PAKET BELANJA ONLINE,” *Jurnal Teknologi Informasi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, vol. 7, no. 2, 2023, doi: 10.47111/jti.v7i2.8782.
- [7] M. A. Muhammad, A. Y. T. Panuju, H. Prayitno, R. A. Pradipta, M. Martinus, and G. I. Akbar, “Internet of Things Ultraviolet Sterilizer Receiver Box: How to Design and Construct?,” *International Journal of Electronics and Communications Systems*, vol. 1, no. 2, 2021, doi: 10.24042/ijecs.v1i2.10617.