

PROTOTYPE SISTEM PENYORTIRAN PAKET OTOMATIS BERDASARKAN KECAMATAN MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS*

Handika Alfazri¹, Yohanni Syahra²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Email: handikaalfazri40@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan layanan logistik dan meningkatnya aktivitas pengiriman paket membutuhkan proses penyortiran yang cepat, tepat, dan mampu mengurangi kesalahan dalam menentukan tujuan pengiriman. Proses penyortiran yang masih dilakukan secara manual berpotensi menimbulkan kesalahan pembacaan tujuan, keterlambatan, serta ketidaktepatan dalam pengelompokan paket. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe sistem penyortiran paket otomatis berdasarkan kecamatan menggunakan teknologi *Internet of things* (IoT). Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D), yang meliputi tahap pendahuluan dan analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan prototipe, serta pengujian dan evaluasi. Sistem yang dikembangkan menggunakan webcam sebagai perangkat akuisisi citra barcode, OpenCV untuk mendeteksi dan membaca informasi pada barcode, serta ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang menerima data hasil identifikasi dan mengendalikan mekanisme penyortiran. Konveyor digunakan sebagai media perpindahan paket, sedangkan motor servo berfungsi sebagai aktuator untuk mengarahkan paket menuju jalur tujuan yang sesuai. Sistem juga dilengkapi dengan antarmuka monitoring untuk menampilkan proses penyortiran secara *real-time*, meliputi hasil pembacaan barcode, mengirim data ke ESP32, serta mengarahkan paket ke lokasi penyortiran yang sesuai. Keberhasilan proses dipengaruhi oleh kualitas barcode, posisi kamera, kestabilan komunikasi, dan respons aktuator. Berdasarkan hasil tersebut, prototipe yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alternatif sistem otomasi penyortiran paket untuk membantu meningkatkan efisiensi dan mengurangi ketergantungan terhadap proses penyortiran secara manual.

Kata Kunci: Penyortiran Paket, *Internet of things*, ESP32, Barcode, OpenCV, Servo.

ABSTRACT

The development of logistics services and the increasing volume of packages deliveries require a sorting process that is fast, accurate, and capable of reducing errors in determining delivery destinations. Manual sorting processes may lead to destination-reading errors, delays, and inaccurate package classification. This study aimed to design and develop a Prototype of an automatic packages sorting system based on districts using Internet of things (IoT) technology. The study employed the Research and Development (R&D) method, consisting on preliminary study and needs analysis, system design, Prototype development, setting, and evaluation. The developed system used a webcam as image acquisition device for capturing packages barcodes, OpenCV to detect and decode barcodes information, and a ESP32 as the main microcontroller for receiving identification data and controlling the sorting mechanism. A conveyor was used to transport packages, while servo motors functioned as actuators to direct packages toward the appropriate destinations lanes. The system was also equipped with a monitoring interface that displayed the sorting process real-time, including barcode information, transmitting data to the ESP32, and directing packages to the appropriate sorting locations. The success of the sorting process was influenced by barcode quality, camera reading

position, communication stability, and actuator response. Based on these results, the developed Prototype can be used as an alternative package-sorting automation system to improve operational efficiency and reduce dependence on manual sorting processes.

Keywords: Package Sorting, Internet of things, ESP32, Barcode, OpenCV, Servo.

PENDAHULUAN

Digitalisasi logistic dan meningkatnya kebutuhan layanan pengiriman yang cepat, tepat dan transparan menuntut proses sortir paket yang lebih efisien. Pada banyak kasus, aktivasi sortir dan pencatatan paket yang masih dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan serta kesalahan pencatatan atau pemilahan (Widoretno et al., 2025)

Penerapan teknologi *internet of things* (IoT) menjadi pendekatan yang relevan karena memungkinkan perangkat fisik seperti mikrokontroler, sensor, dan system penyimpanan data terhubung secara digital, saling bertukar informasi, dan beroperasi otomatis. Dalam konteks otomasi logistic skala kecil-menengah, ESP32 dapat digunakan sebagai pusat karena kendali mendukung konektivitas Wi-Fi/Bluetooth dan kemampuan pemrosesan yang memadai (Widoretno et al., 2025)

Pada system sortir berbasis identifikasi kode, QR code menyediakan data unik yang dapat dibaca cepat dan diintegrasikan langsung dengan mikrokontroler. Integrasi penyimpanan berbasis cloud seperti Google Spreadsheet juga penting agar data hasil pemindaian tercatat otomatis di cloud, mendukung pemantauan dan pelaporan tanpa perangkat lunak tambahan, serta meningkatkan transparansi data bagi pihak terkait (Widoretno et al., 2025)

Selain aspek identifikasi paket, mekanisme pemindahan barang menggunakan konveyor dan aktuator pemilah lebih banyak diterapkan dalam otomasi industri. Implementasi system penyortiran otomatis pada belt konveyor dilaporkan dapat meningkatkan kecepatan dan akurasi proses serta mengurangi potensi kesalahan manusia, dan dapat dikombinasikan dengan pengiriman data berbasis jaringan untuk pelaporan *real-time* (Setiawan et al., 2025)

Dari sisi integritas data, system pencatatan berbasis pemindaian per mengantisipasi duplikasi input. (Sudirman et al., 2024.) menunjukkan bahwa pendekatan pemindaian berbasis RFID dapat mengotomasi input data dan mencegah double scan, sehingga data menjadi lebih rinci serta akurat untuk kebutuhan operasional.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengusulkan *Prototype system* penyortiran paket otomatis berdasarkan kecamatan menggunakan *internet of things*. Klasifikasi tujuan paket direpresentasikan oleh informasi kecamatan pada label QR code (misalnya kode kecamatan /kode pos yang dipetakan ke kecamatan), kemudian di proses oleh ESP32 untuk mengendalikan aktuator pemilah pada konveyor serta melakukan pencatatan otomatis ke cloud. Studi (Widoretno et al., 2025), melaporkan system pemilah berbasis QR code mencapai Tingkat keberhasilan sortir 96% dan meningkatkan efisiensi waktu sebesar 35% dibandingkan pemilahan manual, sehingga

pendekatan otomatis berbasis identifikasi kode dan integrasi cloud dinilai layak untuk dikembangkan pada kebutuhan pemilahan tujuan yang lebih spesifik seperti level kecamatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D), yaitu metode penelitian yang berorientasi pada pengembangan produk serta pengujian validitas dan keefektifannya. Merujuk pada jurnal oleh (Okpatrioka, 2023), penelitian R&D didefinisikan sebagai metode penelitian yang produktif dan inovatif, yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk tertentu serta menguji validitas dan keefektifan produk tersebut. Metode ini dipilih karena penelitian tidak hanya berfokus pada pengamatan teoritis, tetapi juga pada pengembangan *Prototype* sistem penyortiran paket otomatis berdasarkan kecamatan. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak untuk melakukan penyortiran paket secara otomatis dengan efisien dan akurat. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), yang beralamat di Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kecamatan Medan Timur, Kota Medan. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada ketersediaan fasilitas yang mendukung proses perancangan, pengembangan, dan pengujian sistem.

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui tahapan yang sistematis, meliputi studi pendahuluan dan analisis kebutuhan (research), perancangan sistem (design), pengembangan (*development*), serta pengujian dan evaluasi (testing). Tahap studi pendahuluan dilakukan melalui studi literatur mengenai karakteristik sistem penyortiran otomatis, identifikasi permasalahan di lapangan, serta analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Selanjutnya, tahap perancangan sistem dilakukan dengan menyusun skema rangkaian perangkat keras, merancang alur logika pemrograman, mengembangkan algoritma penyortiran berdasarkan data kecamatan, dan merancang antarmuka pengguna. Pada tahap pengembangan, rancangan direalisasikan menjadi *Prototype* melalui perakitan komponen perangkat keras, penulisan kode program (coding), serta integrasi perangkat lunak dan perangkat keras. Komponen utama yang digunakan meliputi ESP32 sebagai mikrokontroler, webcam untuk menangkap gambar dan membaca QR Code, motor DC gearbox 12V sebagai penggerak mekanik, driver motor untuk mengendalikan motor, servo MG966R sebagai aktuator pengarah paket, power supply adaptor sebagai sumber daya, stepdown LM2596 untuk menurunkan tegangan, serta kabel jumper sebagai penghubung antarkomponen. Tahap pengujian dilakukan melalui simulasi penyortiran paket dari beberapa kecamatan untuk mengetahui fungsionalitas sistem, ketepatan pembacaan QR Code, keberhasilan pengalihan paket, serta kelayakan sistem berdasarkan hasil pengujian dan umpan balik pengguna.

Proses kerja sistem penyortiran paket otomatis dimulai dengan inisialisasi ESP32, webcam, servo, dan koneksi Wi-Fi, kemudian sistem mendeteksi keberadaan

paket pada konveyor. Apabila paket terdeteksi, webcam melakukan pemindaian QR Code yang terdapat pada paket. QR Code yang berhasil dibaca selanjutnya didekode menjadi informasi kecamatan tujuan pengiriman, kemudian sistem menentukan jalur penyortiran yang sesuai dan menggerakkan servo untuk mengarahkan paket ke jalur tujuan. Setelah paket dialihkan, servo kembali ke posisi awal untuk menunggu proses penyortiran berikutnya. Apabila paket tidak terdeteksi atau QR Code tidak dapat dibaca, sistem menampilkan status kesalahan atau kegagalan penyortiran. Alur kerja perangkat lunak tersebut digambarkan menggunakan flowchart yang menjelaskan urutan proses mulai dari deteksi paket, pembacaan QR Code, pencatatan ke cloud, hingga pengendalian aktuator untuk pemilahan. Hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa alur kerja perangkat lunak dapat digambarkan dalam bentuk “diagram alir program yang menjelaskan urutan proses mulai dari deteksi paket, pembacaan QRCode, pencatatan ke cloud, hingga pengendalian aktuator untuk pemilahan.” (Widoretno et al., 2025). Selain itu, flowchart juga dapat dipahami sebagai diagram aliran suatu proses, sebagaimana disebutkan “diagram aliran atau Flowchart” pada pemodelan proses sistem (Sudirman et al., 2024.). *Prototype* dibuat dalam skala laboratorium untuk merepresentasikan sistem penyortiran paket otomatis sehingga konsep, alur kerja, dan integrasi komponen dapat diuji sebelum diterapkan pada skala sebenarnya. Dalam konteks sistem sortir, penggunaan *Prototype* berskala lebih kecil juga bertujuan untuk melihat efisiensi kerja sistem dan memudahkan proses perbaikan desain sebelum dibuat ukuran sesungguhnya (Supriyadi et al., 2022.). Antarmuka monitoring digunakan untuk menampilkan kondisi kamera, data barcode yang terbaca, tujuan paket, servo yang digunakan, sudut pergerakan servo, serta jumlah paket yang berhasil dan gagal diproses secara real-time. Dengan demikian, pengujian dan evaluasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menjalankan proses penyortiran otomatis berdasarkan kecamatan serta mengidentifikasi bagian yang memerlukan perbaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pembuatan perangkat keras merupakan tahap realisasi dari rancangan sistem penyortiran paket otomatis berdasarkan kecamatan menggunakan *internet of things* (IoT). Pada tahap ini seluruh komponen elektronik dirakit menjadi sebuah prototipe yang mampu melakukan proses identifikasi paket, pengendalian mekanisme penyortiran, serta pengiriman data hasil proses penyortiran.

Perangkat keras yang digunakan terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem, WEBCAM sebagai perangkat kamera pembaca Barcode, motor servo sebagai aktuator pemilah paket, konveyor sebagai media perpindahan paket, serta perangkat pendukung lainnya.

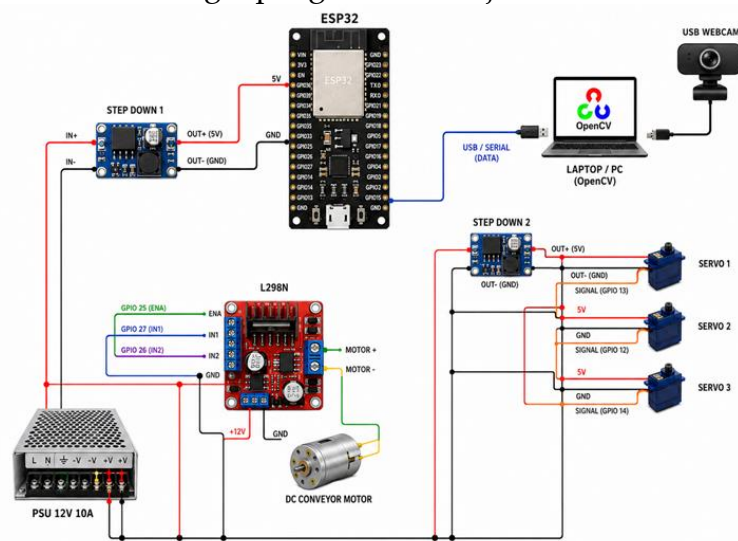
ESP32 digunakan sebagai pengendali utama karena memiliki kemampuan pemrosesan data dan konektivitas jaringan yang mendukung penerapan *Internet of things*(IoT). Data hasil pembacaan Barcode akan diproses oleh sistem untuk

menentukan tujuan paket berdasarkan informasi yang terdapat pada kode tersebut.

a. Pembuatan Desain Prototipe

Desain prototipe sistem penyortiran paket dibuat berdasarkan kebutuhan sistem agar mampu melakukan proses pemindahan paket secara otomatis. Perancangan memperhatikan posisi conveyer, kamera pembaca Barcode, area pemilihan, serta penempatan komponen elektronik.

Webcam ditempatkan pada bagian tertentu agar mampu menangkap Barcode pada paket dengan jelas. Conveyer dirancang sebagai jalur perpindahan paket menuju area pemilahan, dan servo sebagai pengarah menuju lokasi sesuai.



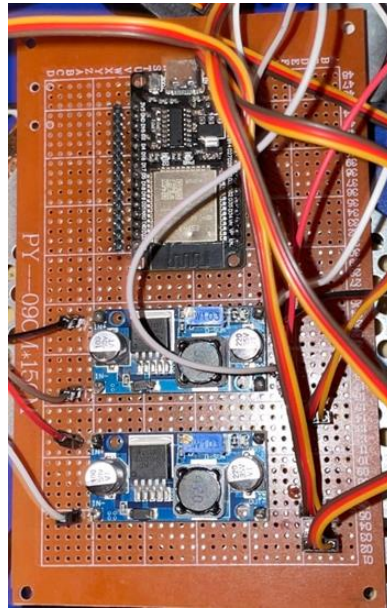
Gambar 1 Desain Prototipe

Ini menggambarkan tentang sketsa peletakan wiring (kabel jumper) yang akan digunakan untuk membuat prototipe sistem penyortiran paket otomatis didalam gambar tersebut memperlihatkan alat/komponen yang digunakan dan akan dirancang untuk menjalankan prototipe yang ingin dibuat.

b. Perakitan Perangkat Keras

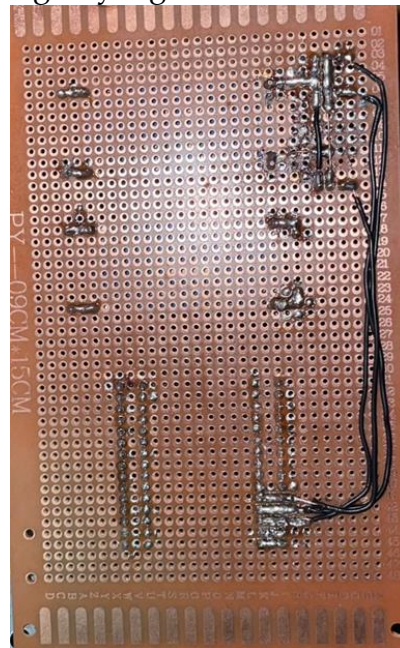
Tahap perakitan dilakukan dengan menghubungkan seluruh komponen sesuai dengan rancangan sistem. ESP32 berfungsi menerima data hasil identifikasi Barcode dan memberikan perintah pada akuator.

WEBCAM digunakan untuk mengambil citra Barcode pada paket. Data tersebut kemudian diproses menggunakan OpenCV untuk memperoleh informasi tujuan paket. Setelah tujuan diketahui, ESP32 akan mengaktifkan motor servo untuk mengarahkan paket menuju jalur sortir yang sesuai.



Gambar 2 Peletakan Komponen Di PCB

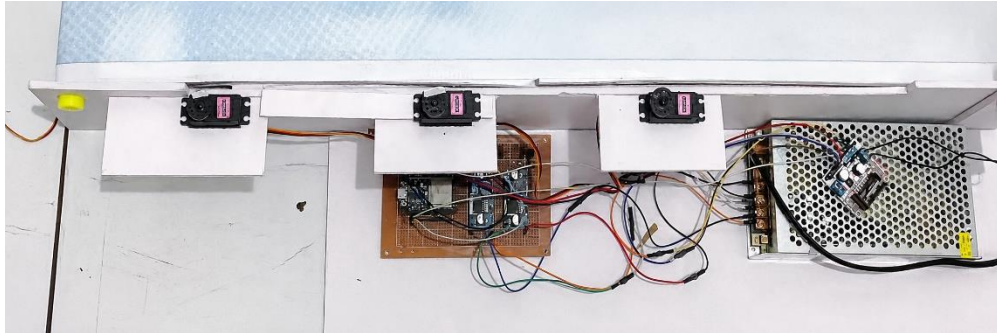
Pada gambar ini memperlihatkan peletakan komponen yang ada di pcb, digambar tersebut terlihat ada ESP32 dan 2 Stepdown yang diletakan di pcb yang sama berserta wiring servo yang bisa kita lihat disudut kanan dan wiring dari PSU ke Stepdown yang masuk ke pin in- dan in+ yang ada di masing-masing Stepdown agar bisa diturunkan arusnya ke 5v untuk ESP32 supaya ESP32 tidak kelebihan arus dan mengalami burn. Selain itu juga bagian out+ dan out- pada Stepdown diarahkan masing-masing ke pin vin dan gnd yang ada di ESP32.



Gambar 3 Tampak Belakang PCB

Pada gambar ini diperlihatkan bagian belakang PCB, ada beberapa pin yang di solder agar arus pada pin yang diinginkan bisa saling terhubung ke masing-masing

pin yang diinginkan. Dapat terlihat beberapa pin di esp32 disolder ke GPIO servo agar bisa menjadi otak untuk mengatur servo, pin yang digunakan GPIO 12(Servo 1), GPIO 13(Servo 2), dan GPIO 14(Servo 3). Serta pin in dan out yang ada di stepdown juga terlihat di solder dan semua GND di buat dalam satu arus. Juga pin di vin di esp32 juga terlihat di solder.



Gambar 4 Tampak Atas

Pada gambar ini memperlihatkan tampilan dari atas penempatan komponen yang akan digunakan pada prototipe, peletakan 3 servo yang sejajar dengan arah jalannya conveyor, juga peletakan PSU dan PCB yang diletakan di samping bawah pada alat prototipe dan tepat dibawah servo agar wiring dari servo dapat menjangkau pin GPIO dari esp32. Juga dapat dilihat pembuatan prototipe ini menggunakan bahan PVC Board.

2. Pembuatan Perangkat Lunak

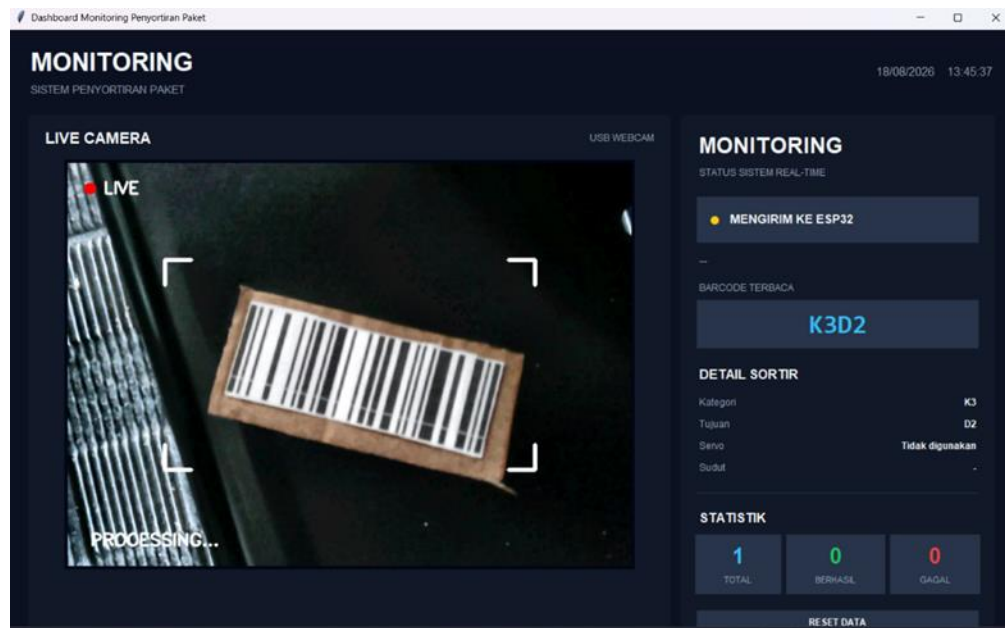
Pembuatan perangkat lunak dilakukan untuk mengembangkan sistem pengolahan data Barcode, komunikasi antara perangkat keras, serta pencatatan hasil penyortiran. Program utama dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman yang sesuai dengan ESP32. Sistem dirancang agar mampu menerima hasil pembacaan Barcode, melakukan pencocokan data, kemudian memberikan intruksi kepada aktuator penyortiran.

Pada sisi pengolahan citra, OpenCV digunakan untuk mendeteksi dan membaca Barcode yang terdapat pada paket. Hasil pembacaan kode kemudian diterjemahkan menjadi informasi tujuan penyortiran. Data hasil penyortiran dapat dikirimkan menuju ESP32 sehingga proses monitoring dapat dilakukan secara lebih mudah.

a. Tampilan Monitoring Sistem

Tampilan monitoring digunakan untuk melihat informasi paket yang telah berhasil dipindai dan disortir.

Informasi yang ditampilkan meliputi:



Gambar 5 Tampilan Monitoring

Diatas memperlihatkan tampilan monitoring pada barcode yang dibaca pada tampilan GUI (*Graphical User Interface*) yang di program di open cv dengan menggunakan kamera Web Cam USB. Terlihat ketika barcode berhasil dibaca ditampilkan monitor menunjukkan isi yang ada pada barcode (kode daerah) yang sedang dikirim agar di proses oleh esp32, dan banyak informasi yang dapat dilihat seperti, Status Sistem Real-Time, Barcode yang terbaca, kategori, tujuan, servo, sudut, total paket, berhasil, gagal, dan juga dapat dilihat diatas tampilan tersebut memiliki fitur riset yang bisa digunakan untuk meriset jumlah paket yang berhasil maupun gaagal di sortir.

3. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan prototipe sistem penyortiran paket otomatis berdasarkan kecamatan menggunakan IoT.

Pengujian dilakukan dalam beberapa sistem yaitu:

Tabel 4 Pengujian Sistem

KOMPONEN /FUNGSI	PROSEDUR PENGUJIAN	HASIL YANG DHARAPKAN	HASIL PENGUJIAN	STATUS
Pembacaan Barcode	Mengarahkan barcode Pada Kamera Web Cam	Barcode Dapat Terbaca dan Sistem Dapat Mengenali Tujuan Paket	Barcode Berhasil Dibaca dan Data Tujuan Diteruskan Untuk Proses Sortir	Berhasil

Akuator Servo	Sistem Menrima Data Tujuan Dari Hasil Pembacaan Barcode	Servo Bergerak Sesuai Jalur Tujuan Paket	Servo Bergerak Sesuai Dengan Jalur Yang Ditentukan	Berhasil
Pengarah Paket	Paket Berjalan Melalui Konveyer Setelah Barcode Berhasil Dibaca	Paket Diarahkan Menuju Jalur Sesuai	Paket Dapat Diarahkan Menuju Jalur Berdasarkan Informasi Tujuan	Berhasil
Pengembalian Servo	Setelah Paket Diarahkan Kejalur Tujuan	Servo Kembali Keposisi Awal	Servo Kembali Setelah Selesai Mengarahkan Paket	Berhasil
Monitoring Sistem	Menjalankan Proses Penyortiran dan Pembacaan paket	Data Barcode, Tujuan, Sudut Servo, Paket Berhasil Dan Gagal Ditampilkan	Jumlah Paket Dapat Dipantau Pada Tampilan Monitoring	Berhasil
Penyortiran Berhasil	Memberikan Paket Dengan Barcode Yang Dapat Dikenali Sistem	Sistem Menampilkan Status Paket Berhasil Disortir	Sistem Menampilkan Status Paket Berhasil Disortir	Berhasil
Penyortiran Gagal	Memberikan Kondisi Ketika Barcode Tidak Dapat Diproses Atau Paket Tidak Dapat Diarahkan	Sistem Menampilkan Proses "Barcode Tidak Dapat Terbaca"	Sistem Menampilkan Proses Penyortiran Gagal	Gagal

4. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem penyortiran paket otomatis mampu menjalankan proses identifikasi paket berdasarkan informasi tujuan, kemudian mengarahkan paket menggunakan mekanisme akuator.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa faktor yang mempengaruhi keberhasilan sistem meliputi kualitas barcode, posisi pembacaan kamera, kestabilan jaringan, serta respon akuator saat proses penyortiran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai prototipe sistem penyortiran paket otomatis berbasis Internet of Things (IoT) berdasarkan kecamatan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil merancang dan membangun prototipe

yang mampu melakukan identifikasi serta pemilahan paket secara otomatis berdasarkan informasi tujuan pengiriman. Sistem memanfaatkan barcode sebagai media identifikasi yang dibaca menggunakan webcam, kemudian data hasil pembacaan diproses untuk menentukan jalur penyortiran sesuai dengan kecamatan tujuan. Mikrokontroler ESP32 berhasil digunakan sebagai pusat kendali untuk menerima data identifikasi, mengatur mekanisme pemilahan, dan mendukung komunikasi dalam sistem berbasis IoT. Mekanisme penyortiran yang menggunakan konveyor dan aktuator servo mampu membantu memindahkan paket menuju jalur yang sesuai berdasarkan hasil pembacaan barcode, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada proses penyortiran manual. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, prototipe sistem mampu menjalankan fungsi utama penyortiran paket secara otomatis, mulai dari membaca identitas paket, menentukan tujuan pengiriman, hingga mengarahkan paket ke jalur yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi Wardana, S., Alit, P., Santiary, W., & Made Budiada, I. (n.d.). Rancang bangun sistem sortir dan monitoring paket menggunakan QR Code berbasis Internet of Things (IoT). <https://repository.pnb.ac.id>
- Fiqhi Ibadillah, A., Abdullah, W. S., Ulum, M., Hardiwansyah, M., Fahmi, M. F., Ubaidillah, A., & Rahmawati, D. (n.d.). Sistem sortir paket otomatis dengan metode selector menggunakan kode batang untuk menentukan tujuan alamat. <https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/653>
- Habibi, F., Eliza, F., Mukhaiyar, R., & Dewi, C. (2025). Design of a sorting device with a barcode system based on Arduino Uno. *Journal of Industrial Automation and Electrical Engineering*, 2(1), 219–224. <https://doi.org/10.24036/yz31f317>
- Julham, & Adam, H. A. (2021). QR code reader system assisted with face detection using multi webcam. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 4(2), 364–372. <https://doi.org/10.31289/jite.v4i2.4471>
- Okpatrioka. (2023). Penelitian dan pengembangan (R&D) penelitian yang inovatif dalam pendidikan. *Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, 1(1), 87. <https://e-journal.nalanda.ac.id/index.php/jdan/article/view/154/150>
- Prasetyo, Y. H., Ixbal, L., Berkhat Gea, U., Dwisaputra, I., & Arriyani, Y. F. (n.d.). Sistem sortir paket otomatis dengan konveyor dan kamera ESP32-CAM. <https://snitt.polman-babel.ac.id/index.php/snitt/article/view/598>
- Saputra, Y. W., Wahyu, Y., Universitas, S., Rahmad, Y., & Abidin, Z. (2025). Perancangan sistem penerimaan paket otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendeteksi dan mengamankan paket pengiriman. *Jurnal Sains Student Research*, 3(5), 1094–1104. <https://doi.org/10.61722/jssr.v3i5.6437>
- Setiawan, A. T., Alfafa, A. M., Wijayanto, H. L., Justadi, J., & Suwandhy, S. (2025). Rancang bangun smart conveyor pada unit produksi Politeknik Industri Logam Morowali. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 10(2), 452–465. <https://doi.org/10.28926/briliant.v10i2.1840>

- Sudirman, B., Aqham, A. A., & Dianta, A. (n.d.). Penerapan RFID pada sistem informasi pencatatan persediaan barang di PT. Prima Sejati Sejahtera Kota Boyolali. <https://doi.org/10.69714/q7cpsk72>
- Supriyadi, E., Sultan, M. T., & Dzunnurain, A. (n.d.). Rancang bangun alat untuk sistem sortir dimensi, berat dan barcode kota tujuan berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560. https://repository.istn.ac.id/3518/1/LAPORAN%20PENELITIAN_EdyS-SArfan.pdf
- Syahra, Y., & Tanjung, J. (2026). Sistem pengelolaan sampah cerdas: Inovasi tempat sampah IoT dengan otomatisasi dan mekanisme keamanan modern. Blend Sains Jurnal Teknik, 4(3), 639–647. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v4i3.1538>
- Syahri, A., & Basri, M. (2025). Perancangan sistem keamanan untuk deteksi pencurian menggunakan sensor magnetic dan RFID berbasis Internet of Things. Hello World Jurnal Ilmu Komputer, 4(3), 163–170. <https://doi.org/10.56211/helloworld.v4i3.1166>
- Widoretno, S., Hadi, A., & Zuhair, A. (2025). [Judul artikel belum teridentifikasi secara lengkap dari data yang diberikan]. Blitar Jurnal Qua Teknika, 15(2). <https://doi.org/10.35457/quateknika.v15i02.5083>