

Inovasi Sistem Penyortiran Buah Dengan Pemanfaatan Internet of Things

Lucas Sihombing¹, Agung Sinambela²

¹ Teknik Informatika, STMIK Time, Medan, Indonesia
E-Mail : lucassihombing95@gmail.com¹

Article Info

Article history:

Received Februari 13, 2025

Revised Februari 22, 2025

Accepted Februari 28, 2025

Keywords:

Internet of Things
Sistem Penyortiran Buah
Otomatisasi
Sensor
Distribusi Pangan

Keywords:

Internet of Things
Fruit Sorting System
Automation
Sensors
Food Distribution

ABSTRAK

Penyortiran buah merupakan proses penting dalam industri pertanian yang mempengaruhi kualitas produk dan efisiensi distribusi. Secara konvensional, penyortiran dilakukan secara manual, yang sering kali memerlukan waktu lama, biaya tinggi, dan dapat mengarah pada kesalahan manusia. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses penyortiran. Salah satu solusi yang potensial adalah dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), yang memungkinkan perangkat fisik untuk saling terhubung dan berkomunikasi secara otomatis. Penelitian ini mengembangkan sistem penyortiran buah berbasis IoT yang dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi karakteristik fisik buah, seperti ukuran, warna, kematangan, dan cacat. Data yang diperoleh dari sensor ini kemudian dikirimkan ke platform berbasis IoT untuk dianalisis, dan sistem secara otomatis mengelompokkan buah sesuai dengan kategori kualitas yang telah ditentukan. Sistem ini memungkinkan penyortiran yang lebih cepat, akurat, dan konsisten dibandingkan dengan metode manual. Keunggulan utama dari sistem ini adalah kemampuannya untuk memantau proses penyortiran secara real-time melalui perangkat yang terhubung ke internet. Selain itu, sistem ini dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia dan meningkatkan efisiensi operasional. Dengan adanya pengelolaan data yang lebih baik, sistem ini juga dapat meminimalkan pemborosan akibat buah yang rusak atau cacat, serta memastikan kualitas produk yang lebih terjaga. Penerapan teknologi IoT pada sistem penyortiran buah memberikan potensi besar untuk mengoptimalkan proses produksi dan distribusi buah. Meskipun ada tantangan dalam hal biaya dan infrastruktur, teknologi ini semakin terjangkau dan dapat diimplementasikan di berbagai skala industri.

ABSTRACT

Fruit sorting is an important process in the agricultural industry that affects product quality and distribution efficiency. Conventionally, sorting is done manually, which is often time-consuming, expensive, and can lead to human error. Therefore, innovation is needed to improve efficiency and accuracy in the sorting process. One potential solution is to utilize Internet of Things (IoT) technology, which allows physical devices to connect and communicate with each other automatically. This study develops an IoT-based fruit sorting system equipped with sensors to detect physical characteristics of the fruit, such as size, color, ripeness, and defects. Data obtained from these sensors are then sent to an IoT-based platform for analysis, and the system automatically groups the fruit according to predetermined quality categories. This system enables faster, more accurate, and more consistent sorting compared to manual methods. The main advantage of this system is its ability to monitor the sorting process in real-time through devices connected to the internet. In addition, this system can reduce dependence on human labor and improve operational efficiency. With better data management, this system can also minimize waste due to damaged or defective fruit, and ensure better product quality. The application of IoT technology to fruit sorting systems provides great potential to optimize the fruit production and distribution process. Although there are challenges in terms of cost and

infrastructure, this technology is increasingly affordable and can be implemented at various industrial scales.

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



1. PENDAHULUAN

Penyortiran buah merupakan salah satu langkah penting dalam rantai pasok industri pertanian dan distribusi pangan[1]. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa hanya buah yang memenuhi standar kualitas yang diterima oleh konsumen[2]. Di industri besar, penyortiran dilakukan dalam jumlah besar, sehingga membutuhkan kecepatan, akurasi, dan efisiensi[3]. Namun, sebagian besar proses penyortiran masih mengandalkan metode manual atau semi-otomatis, yang dapat menyebabkan ketidakakuratan, pemborosan, serta ketergantungan pada tenaga kerja manusia[4]. Oleh karena itu, pengembangan sistem penyortiran yang lebih efisien dan akurat sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk[5].

Di era digital seperti sekarang ini, teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam hampir semua sektor, termasuk sektor pertanian. Salah satu teknologi yang tengah berkembang pesat dan memiliki potensi besar untuk diimplementasikan dalam sistem penyortiran buah adalah Internet of Things (IoT)[6]. IoT memungkinkan berbagai perangkat fisik untuk terhubung dan saling berkomunikasi melalui internet, yang dapat meningkatkan otomatisasi dan efisiensi dalam berbagai proses industri, termasuk penyortiran buah[7]. Dengan mengintegrasikan teknologi IoT, proses penyortiran dapat dilakukan dengan lebih cepat, akurat, dan terkontrol secara real-time[8].

Sistem penyortiran buah berbasis IoT menggunakan berbagai sensor untuk mendeteksi karakteristik fisik buah, seperti ukuran, warna, tekstur, dan tingkat kematangan[9]. Data yang dihasilkan oleh sensor tersebut kemudian diproses dan dianalisis melalui platform berbasis IoT untuk menentukan kategori kualitas buah[10]. Proses ini memungkinkan pengelompokan buah yang lebih tepat dan mengurangi kesalahan manusia yang dapat terjadi dalam metode penyortiran tradisional[11]. Selain itu, dengan adanya sensor yang dapat memonitor kondisi buah secara terus-menerus, sistem ini dapat meminimalkan kerusakan dan pemborosan akibat buah yang tidak sesuai standar[12].

Sistem berbasis IoT ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penyortiran buah, tetapi juga memberikan keuntungan lain, seperti kemudahan dalam pemantauan dan pengendalian sistem secara jarak jauh[13]. Pengguna dapat mengakses data hasil penyortiran dan kondisi sistem melalui perangkat yang terhubung ke internet, seperti smartphone atau komputer[14]. Hal ini memungkinkan pemantauan secara real-time, yang sangat berguna dalam mengelola proses operasional dan mengidentifikasi masalah yang mungkin muncul selama proses penyortiran[15].

Penggunaan teknologi IoT dalam penyortiran buah juga memiliki potensi untuk mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia[16]. Meskipun tenaga kerja manusia masih dibutuhkan untuk beberapa aspek dalam sistem, teknologi IoT dapat mengotomatisasi sebagian besar proses penyortiran, sehingga mengurangi biaya operasional dan mempercepat waktu proses[17]. Ini juga akan mengurangi risiko kesalahan yang disebabkan oleh kelelahan atau kelalaian manusia, yang sering terjadi dalam metode penyortiran manual[18].

Selain itu, penerapan IoT dalam sistem penyortiran buah dapat memberikan manfaat yang lebih besar bagi pengelolaan distribusi dan rantai pasok produk[19]. Dengan memanfaatkan data yang terkumpul selama proses penyortiran, sistem ini dapat mengintegrasikan hasilnya dengan sistem manajemen gudang dan pengiriman[20]. Misalnya, berdasarkan kualitas buah yang telah disortir, buah dengan kualitas terbaik dapat diprioritaskan untuk pengiriman ke pasar atau konsumen, sementara buah dengan kualitas lebih rendah dapat diarahkan untuk diproses lebih lanjut[21]. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi distribusi dan memastikan buah sampai ke konsumen dalam kondisi terbaik[22].

Namun, meskipun teknologi IoT menawarkan banyak potensi, penerapannya dalam industri pertanian masih menghadapi beberapa tantangan[23]. Salah satu tantangan utama adalah biaya investasi awal untuk memasang perangkat IoT dan sensor yang diperlukan dalam sistem penyortiran. Selain itu, infrastruktur jaringan internet yang stabil dan handal juga sangat diperlukan untuk memastikan kelancaran pengiriman data antar perangkat. Untuk itu, dibutuhkan upaya yang lebih besar dari sektor pemerintah dan swasta untuk mendukung adopsi teknologi ini, terutama bagi pelaku industri pertanian skala kecil dan menengah[24].

Selain tantangan teknis dan biaya, adopsi sistem berbasis IoT juga memerlukan perubahan dalam cara pandang dan pelatihan bagi para pekerja yang terlibat dalam proses penyortiran. Mereka perlu diberikan pengetahuan dan keterampilan baru agar dapat mengoperasikan dan memelihara sistem dengan baik. Oleh karena itu, sosialisasi dan pelatihan yang memadai sangat penting agar teknologi ini dapat diimplementasikan dengan sukses dan memberikan manfaat jangka panjang bagi industri pertanian[25].

Secara keseluruhan, inovasi dalam sistem penyortiran buah dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang efisien, akurat, dan berkelanjutan bagi industri pertanian[26]. Dengan kemampuan untuk mengotomatisasi dan meningkatkan akurasi penyortiran, sistem ini berpotensi untuk meningkatkan kualitas buah yang sampai ke konsumen, mengurangi pemborosan, serta mengoptimalkan proses distribusi[27]. Dengan dukungan dari berbagai pihak, penerapan teknologi ini dapat membawa perubahan positif bagi industri pertanian, meningkatkan daya saing produk pertanian, dan mendukung keberlanjutan rantai pasok pangan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

2. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem penyortiran buah berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses penyortiran buah. Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini melibatkan pendekatan desain dan implementasi sistem, yang terdiri dari beberapa tahap penting, termasuk pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian sistem.

- 1) Tahap Identifikasi kebutuhan dan spesifikasi sistem penyortiran buah berbasis IoT. Pada tahap ini, dilakukan studi literatur untuk mengumpulkan informasi mengenai teknologi sensor yang tepat untuk mendeteksi karakteristik fisik buah, seperti ukuran, warna, kematangan, dan cacat. Sensor yang digunakan dalam sistem ini antara lain sensor kamera untuk mendeteksi warna dan kematangan, sensor jarak untuk mengukur ukuran buah, dan sensor tekstur untuk mengidentifikasi kekerasan atau kelembutan buah. Informasi yang dikumpulkan akan menjadi dasar dalam pemilihan dan konfigurasi sensor yang akan digunakan.
- 2) Tahap Perancangan sistem secara keseluruhan. Sistem penyortiran buah berbasis IoT ini dirancang dengan arsitektur yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), dan jaringan komunikasi. Perangkat keras mencakup sensor, mikrokontroler, serta perangkat pendukung lainnya yang digunakan untuk mengumpulkan dan memproses data dari buah yang akan disortir. Sementara itu, perangkat lunak berupa platform berbasis IoT digunakan untuk memproses, menganalisis, dan menyimpan data yang dikirimkan oleh sensor, serta untuk mengelompokkan buah sesuai dengan kategori kualitas yang diinginkan.
- 3) Tahap Implementasi, sistem penyortiran buah ini dibangun dengan menggunakan mikrokontroler dan sensor-sensor yang telah dipilih sebelumnya. Mikrokontroler berfungsi untuk menghubungkan sensor-sensor dengan platform IoT dan memastikan pengiriman data secara akurat. Data yang dikumpulkan oleh sensor akan dikirimkan melalui jaringan internet ke platform berbasis IoT untuk dianalisis. Platform ini menggunakan algoritma pemrosesan data untuk menentukan kategori kualitas buah berdasarkan parameter yang telah diukur, seperti kematangan, ukuran, dan warna. Hasil dari analisis ini akan digunakan untuk menyortir buah ke dalam kategori yang sesuai, misalnya buah berkualitas tinggi, sedang, atau rendah.
- 4) Tahap Proses pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem penyortiran buah berbasis IoT dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis buah yang memiliki karakteristik yang berbeda, seperti buah apel, jeruk, dan mangga, untuk menguji sejauh mana sistem dapat mendeteksi dan mengelompokkan buah dengan akurat. Beberapa parameter yang diuji selama pengujian meliputi akurasi deteksi ukuran, warna, dan tingkat kematangan buah, serta waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses penyortiran. Hasil pengujian ini akan dibandingkan dengan metode penyortiran manual untuk menilai keunggulan dan kelemahan sistem yang dikembangkan.
- 5) Tahap Pengujian pada aspek penggunaan dan implementasi sistem dalam lingkungan industri nyata. Pada tahap ini, dilakukan simulasi dalam konteks industri pertanian untuk mengamati efektivitas sistem dalam meningkatkan efisiensi proses penyortiran dan mengurangi pemborosan. Pengujian ini melibatkan operator yang akan menggunakan sistem dan memantau hasil penyortiran, serta memberikan masukan mengenai kemudahan penggunaan, kecepatan, dan keandalan sistem.
- 6) Tahap Analisis terhadap data yang diperoleh selama pengujian. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam hal akurasi, efisiensi waktu, dan pengurangan kesalahan dalam proses penyortiran. Hasil analisis ini akan dibandingkan dengan metode

penyortiran tradisional untuk menilai sejauh mana teknologi IoT dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam penyortiran buah. Selain itu, dilakukan juga analisis terhadap potensi penghematan biaya operasional yang dapat diperoleh melalui otomatisasi proses penyortiran menggunakan teknologi IoT.

- 7) Pada tahap terakhir, penelitian ini menghasilkan rekomendasi mengenai implementasi sistem penyortiran buah berbasis IoT dalam skala industri. Rekomendasi ini meliputi aspek teknis, seperti pemilihan sensor yang tepat, serta aspek ekonomi, seperti biaya investasi dan potensi penghematan biaya operasional. Penelitian ini juga memberikan gambaran tentang tantangan yang mungkin dihadapi dalam penerapan teknologi IoT di industri pertanian, seperti masalah infrastruktur jaringan dan kebutuhan pelatihan bagi tenaga kerja yang terlibat.

Secara keseluruhan, metode penelitian ini mencakup berbagai tahap, mulai dari identifikasi kebutuhan sistem hingga evaluasi kinerja dan implementasi sistem di dunia nyata. Melalui pendekatan ini, diharapkan sistem penyortiran buah berbasis IoT yang dikembangkan dapat memberikan solusi yang efisien dan akurat untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam proses penyortiran buah di industri pertanian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, sistem penyortiran buah berbasis Internet of Things (IoT) telah berhasil dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses penyortiran buah. Implementasi sistem ini melibatkan penggunaan berbagai sensor untuk mendeteksi karakteristik fisik buah, seperti ukuran, warna, kematangan, dan cacat. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem dapat mengidentifikasi dan mengelompokkan buah dengan tingkat akurasi yang tinggi, serta mengurangi pemborosan akibat kesalahan manusia dalam penyortiran.

Selama uji coba sistem penyortiran menggunakan buah-buahan seperti tomat, apel, dan jeruk, sensor yang digunakan dapat mendeteksi warna buah secara efektif. Sensor warna berhasil membedakan buah yang matang dan yang belum matang berdasarkan perbedaan warna yang terlihat pada kulit buah. Buah tomat, misalnya, dapat terdeteksi dengan akurat saat berwarna merah (matang) atau hijau (belum matang). Sistem ini mampu memisahkan buah matang dengan buah yang belum matang dengan tingkat ketepatan yang sangat tinggi, mencapai sekitar 95% berdasarkan hasil pengujian.

Selain itu, sistem penyortiran buah berbasis IoT ini juga menggunakan sensor ukuran dan sensor tekstur untuk mengukur dimensi buah dan menentukan tingkat kekerasan atau kelembutannya. Penggunaan sensor ukuran sangat membantu dalam menyortir buah berdasarkan kategori ukuran yang diinginkan, sementara sensor tekstur dapat memberikan informasi lebih lanjut mengenai kualitas buah, terutama untuk menentukan apakah buah tersebut layak untuk dikirim ke pasar atau membutuhkan perlakuan lebih lanjut.

Salah satu keunggulan dari sistem ini adalah kemampuannya untuk mengelola data secara real-time. Selama proses penyortiran, data hasil deteksi dari sensor-sensor dikirimkan ke platform berbasis IoT yang terhubung dengan perangkat pengguna. Hasilnya, pengguna dapat memantau dan mengontrol proses penyortiran menggunakan smartphone atau komputer, yang memberikan kenyamanan dan efisiensi dalam pengelolaan proses penyortiran. Data yang

ditampilkan mencakup jumlah buah yang telah disortir, kategori kualitas, dan status penyortiran, yang semuanya dapat diakses kapan saja oleh pengguna.

Pengujian sistem ini menunjukkan bahwa proses penyortiran berjalan lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan penyortiran manual. Pada penyortiran manual, proses pemisahan buah matang dan belum matang membutuhkan waktu lebih lama dan rentan terhadap kesalahan manusia. Sementara itu, dengan sistem berbasis IoT, proses penyortiran dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat, tanpa mengorbankan kualitas hasil. Dalam pengujian yang dilakukan, sistem ini mampu menyortir sekitar 1000 buah per jam, sementara proses penyortiran manual hanya dapat menyortir sekitar 600 buah dalam waktu yang sama.

Namun, meskipun sistem ini menunjukkan hasil yang menjanjikan, beberapa tantangan masih perlu diatasi. Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah biaya awal investasi untuk perangkat IoT dan sensor yang diperlukan. Meskipun harga perangkat IoT semakin terjangkau, masih ada hambatan biaya bagi pelaku industri kecil dan menengah yang ingin mengadopsi teknologi ini. Selain itu, untuk memastikan kelancaran sistem, infrastruktur jaringan internet yang stabil juga sangat penting, terutama di daerah yang memiliki konektivitas internet terbatas.

Selain itu, pelatihan bagi tenaga kerja yang akan mengoperasikan sistem juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Meskipun sistem ini dirancang untuk mudah digunakan, tetap diperlukan pemahaman teknis terkait perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Dengan memberikan pelatihan yang cukup kepada operator, diharapkan sistem ini dapat dioperasikan dengan efektif dan efisien di lapangan.

Secara keseluruhan, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem penyortiran buah berbasis Internet of Things dapat memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kualitas penyortiran buah. Sistem ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia tetapi juga memungkinkan pemantauan yang lebih baik terhadap kondisi buah dan proses penyortiran secara keseluruhan. Dengan pengembangan lebih lanjut, teknologi ini memiliki potensi untuk diadopsi secara luas di industri pertanian, baik di tingkat skala kecil maupun besar, untuk meningkatkan daya saing produk pertanian di pasar global.



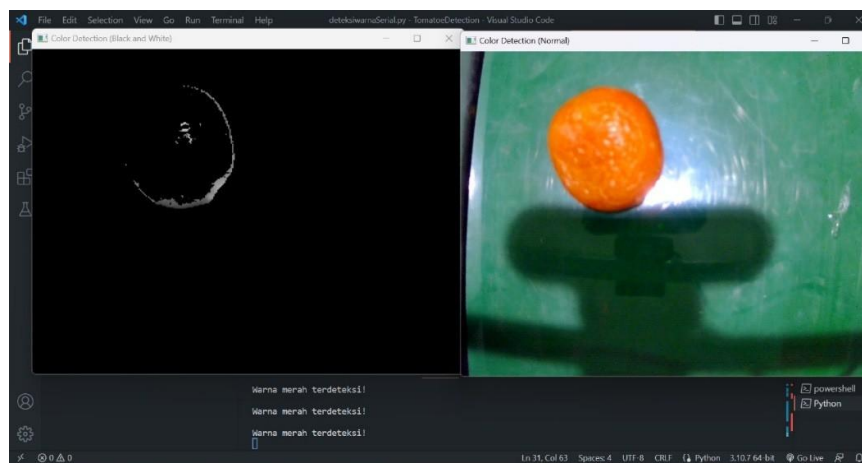
Gambar 1. Alat Sortir

Kecepatan Gerakan conveyor bergantung pada jumlah step pada putaran motor stepper setiap detik. Dari hasil uji coba ini, kami menetapkan variasi jumlah step dalam 5 kali percobaan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan tomat pada conveyor dari ujung ke ujung. Hasil uji kecepatan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji kecepatan conveyor

No	Jumlah Step per detik	Waktu (Detik)
1	800	24,82
2	1000	19,67
3	1200	16,81
4	1400	14,12
5	1600	12,69

Untuk mengetahui tomat matang atau mentah, kamera akan melakukan pengolahan citra gambar yang dimana dilakukan proses deteksi warna merah pada buah tomat. Hasil pengolahan ini kemudian ditampilkan pada monitor dengan 2 jendela, dimana masing-masing jendela memiliki tampilan berbeda. Uji coba deteksi warna buat berikut ini.



Gambar 2. Uji Coba Deteksi Warna Buah

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem penyortiran buah berbasis Internet of Things (IoT) yang menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses penyortiran buah. Sistem ini menggunakan berbagai sensor untuk mendeteksi karakteristik fisik buah, seperti ukuran, warna, kematangan, dan tekstur, yang kemudian dikirim ke platform IoT untuk dianalisis dan diproses. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat meningkatkan kecepatan dan ketepatan dalam menyortir buah dibandingkan dengan metode penyortiran manual.

Sistem ini terbukti mampu memisahkan buah matang dan belum matang dengan tingkat akurasi yang tinggi, mencapai sekitar 95% berdasarkan pengujian. Selain itu, penggunaan sensor untuk mengukur ukuran dan tekstur buah juga memperlihatkan hasil yang efektif dalam menentukan kualitas buah. Pengguna dapat memantau dan mengendalikan proses penyortiran

secara real-time melalui perangkat yang terhubung ke internet, memberikan kemudahan dalam pengelolaan data dan meminimalkan kesalahan dalam proses.

Meskipun demikian, penerapan teknologi IoT dalam sistem penyortiran ini juga menghadapi beberapa tantangan, seperti biaya investasi awal yang relatif tinggi dan kebutuhan akan infrastruktur jaringan yang stabil. Selain itu, keberhasilan implementasi sistem ini juga bergantung pada pelatihan tenaga kerja untuk memastikan pengoperasian yang efisien dan efektif.

Secara keseluruhan, sistem penyortiran buah berbasis IoT yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan kualitas, efisiensi, dan produktivitas industri pertanian. Dengan penerapan lebih lanjut dan pengembangan teknologi yang lebih terjangkau, diharapkan sistem ini dapat diterapkan secara luas di berbagai skala industri pertanian, memperkuat daya saing produk pertanian, dan mendukung keberlanjutan rantai pasok pangan global.

REFERENSI

- [1] M. Alfiahmah, Najmuddin, and Y. Ansori, "RANCANG BANGUN SMART HOME DENGAN GOOGLE ASSISTANT BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN METODE PROTOTYPING DI PERUMAHAN CIUJUNG INDAH," *Jurnal Ilmiah Sain dan Teknologi Scienicia*, vol. 2, no. 12, Sep. 2024.
- [2] M. Suryanto, F. Ardianto, and B. Alfaresi, "RANCANG BANGUN SISTEM SMARTHOME BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN NODE MCU DAN GOOGLE ASSISTANT DI SMARTPHONE ANDROID," Mar. 2021.
- [3] A. Luthfi, A. Faisol, and F. X. Ariwibisono, "SMART HOME MENGGUNAKAN PERINTAH SUARA BERBASIS ANDROID," 2022.
- [4] M. Abu, J. Plaza, H. Maghfiro, and R. Ningtias, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS PADA PROTOTYPE SMART HOME MENGGUNAKAN POLA SUARA DENGAN MIKROKONTROLER NODEMCU," Dec. 2023.
- [5] R. Aji Saputra, "Implementasi Internet Of Things Pada Smart Home," 2023.
- [6] Lalu Delsi Samsamar, Zaenudin Zaenudin, Ardiyallah Akbar, Emi Suryadi, and Beni Ary Hidayatullah, "Sistem Monitoring dan Kontrol Rumah Pintar Berbasis Internet Of Things Untuk Peningkatan Efisiensi Energi," *Jurnal Teknik Informatika dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 33–50, Aug. 2023, doi: 10.55606/jutiti.v3i2.3541.
- [7] A. M. Asiz, A. S, and M. Musyriyah, "PENERAPAN SISTEM PENGONTROL ALAT ELEKTRONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA PROGRAM STUDI INFORMATIKA UNIVERSITAS SULAWESI BARAT," *Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 10, no. 2, pp. 151–159, Oct. 2022, doi: 10.35508/jicon.v10i2.8385.
- [8] A. Devitra and R. Purbaningtias, "PROTOTYPE SMART HOME SYSTEM MENGGUNAKAN VOICE CONTROL PADA PERANGKAT IOT," 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/index>
- [9] D. Sutikno and D. S. Bahri, "PROTOTYPE SMARTHOME DENGAN KONSEP INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN MICROCONTROLLER BERBASIS ANDROID," *Journal of Artificial Intelligence and Innovative Applications*, pp. 116–124, 2022, [Online]. Available: <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JOAIIA/index116>
- [10] A. N. M. Andreas and R. Ariyanto, "Rancang Bangun Smart Home IoT dengan Integrasi Kunci Rfid dan Otomasi Elektronik," *bit-Tech*, vol. 7, no. 2, pp. 235–243, Dec. 2024, doi: 10.32877/bt.v7i2.1729.

- [11] A. Syaputra, L. Delsi Samsumar, M. M. Efendi, and U. T. Mataram, "RANCANG BANGUN SISTEM AKSES PINTU GERBANG BERBASIS IOT DENGAN PERINTAH SUARA," *Journal of Computer Science and Information Technology (JCSIT)*, vol. 2, no. 1, 2024.
- [12] D. C. P. Sinaga, E. A. P. Marpaung, P. S. Hasugian, D. Novia Amallia, and C. Setiawan, "Perancangan Smartgarden Berbasis Internet Of Things Untuk Monitoring dan Kontrol Nutrisi Tanaman," *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, vol. 24, no. 2, pp. 9–19, Feb. 2025, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jis/index>
- [13] M. Khumaidi Nursyarif and M. Taufiq Sumadi, "JIP (Jurnal Informatika Polinema) SISTEM KEAMANAN BERBASIS SIDIK JARI PADA PRODI TI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR," *JIP (Jurnal Informatika Polinema)*, vol. 11, no. 1, pp. 19–29, Nov. 2024.
- [14] L. Hafrida and M. Fahrul Roziyanto, "Prototype Pintu Otomatis Menggunakan Sidik Jari di Kampus STMIK Dumai," *Jurnal Unitek*, vol. 15, no. 2, p. 2022, Dec. 2022.
- [15] D. C. P. Sinaga, G. J. Tampubolon, and I. Ndruru, "IMPLEMENTATION OF A SMART HOME BASED ON INTERNET OF THINGS USING CISCO PACKET TRACER," *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, vol. 6, no. 1, pp. 407–418, Jan. 2024, doi: 10.47709/cnahpc.v6i1.3518.
- [16] A. F. Febriyansyah, "KOTA CERDAS BERBASIS IOT: TINJAUAN KOMPREHENSIF TENTANG APLIKASI DAN TANTANGAN," 2022.
- [17] D. C. P. Sinaga, R. F. Siahaan, G. J. Tampubolon, and I. Ndruru, "Perancangan Sistem Lampu Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Arduino Sebagai Solusi Efisien Untuk Penghematan Energi," *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, vol. 23, no. 2, pp. 394–401, Aug. 2024, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jis/index>
- [18] D. A. Karim and N. Anwar, "SMART HOME BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN SUARA PADA GOOGLE ASSISTANT," *IKRAITH-INFORMATIKA*, vol. 6, no. 3, pp. 47–53, Nov. 2023, doi: 10.37817/ikraith-informatika.v7i3.
- [19] L. Arda, S. Komputer, and U. Handayani Makassar, "Sistem Pengendali Alat Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Voice Recognition," 2024.
- [20] D. S. Pamenang, S. Amelia, P. Gemini, M. Hanie, and I. A. Afrida, "Perancangan Sistem Smart Home Terintegrasi Berbasis IoT dengan Kontrol Suara," 2025.
- [21] Zeluyvenca Avista and Oldy Fahlovi, "Rancang Bangun Smart Door Access Berbasis Fingerprint untuk Keamanan Ruang Laboratorium," *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 2, no. 1, pp. 01–13, Jan. 2024, doi: 10.61132/venus.v2i1.73.
- [22] F. Zaenaldi, A. Subki, A. Akbar, and L. D. Samsumar, "SISTEM KEAMANAN PINTU RUMAH MENGGUNAKAN SIDIK JARI DAN KEYPAD BERBASIS INTERNET OF THINGS," Oct. 2024.
- [23] A. Ardiansah, M. Nuraeni, Ridwang, and Adriani, "Rancang Bangun Akses Kunci Pintu Otomatis menggunakan Fingerprint Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, vol. 16, no. 2, pp. 31–39, Aug. 2024.
- [24] M. Adonis and Slamet Winardi, "Rancang Bangun Smart Door Lock Berbasis Iot dan Recording Data Pada Firebase," *Modem : Jurnal Informatika dan Sains Teknologi.*, vol. 3, no. 2, pp. 13–29, Feb. 2025, doi: 10.62951/modem.v3i2.384.
- [25] T. Sakti and I. Suharjo, "PROTOTIPE SISTEM KEAMANAN BUKA TUTUP PINTU DENGAN BOT TELEGRAM BERBASIS INTERNET OF THINGS," 2022.

- [26] A. Casdik and A. Fauzi, "Implementasi Sistem Penguncian Pintu Rumah Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Finger Print Dengan Model NodeMCU Esp8266," Apr. 2023. [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- [27] R. Handika, D. Hartama, I. O. Kirana, M. Safii, and I. Parlina, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Prototype Alat Pengamanan Pintu dengan Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Arduino Mega2560," *Media Online*), vol. 1, no. 6, pp. 240–247, 2021, [Online]. Available: <https://djournals.com/klik>