



JURNAL OTOMASI DAN INTERNET OF THINGS

(JOINT)

ISSN: XXXX-XXXX

e-ISSN: XXXX-XXXX



Journal homepage: <http://journal.darmajaya.ac.id/index.php/joint/>

Journal Email: joint@darmajaya.ac.id

Prototipe Sistem IoT Untuk Pemisah Biji Kopi Berdasarkan Warna

Agung Romadhon¹, Melia Gripin Setiawati^{*2}, Dodi Yudo Setyawan³, Retno Dwi Handayani⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Sistem Komputer, IIB Darmajaya, Bandar Lampung, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: agungromadhon012@gmail.com

Abstrak

Prototipe sistem pemisah biji kopi berdasarkan warna berbasis Internet of Things (IoT) telah dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pemilihan biji kopi. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dikombinasikan dengan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi tingkat kematangan biji kopi berdasarkan warnanya. Servo motor TowerPro MG995 digunakan untuk menggerakkan mekanisme pemilahan, sementara Load Cell dengan modul HX711 digunakan untuk mengukur berat biji kopi setelah dipilah. Data hasil pemilihan ditampilkan pada LCD 16x2 dan dapat dipantau melalui website yang terintegrasi. Pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem ini mampu memilah biji kopi secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi, mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam proses manual, dan meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh variabilitas penglihatan manusia. Implementasi sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas kopi yang dihasilkan oleh para petani.

Kata kunci: IoT, Pemisah Biji Kopi, ESP32, Sensor Warna, Otomatisasi

Abstract

A prototype of a coffee bean sorter based on color using the Internet of Things (IoT) has been designed to enhance efficiency and accuracy in the coffee bean sorting process. The system employs an ESP32 microcontroller combined with a TCS3200 color sensor to detect the ripeness of coffee beans based on their color. A TowerPro MG995 servo motor is used to drive the sorting mechanism, while a Load Cell with an HX711 module measures the weight of the sorted coffee beans. The sorting results are displayed on a 16x2 LCD and can be monitored through an integrated website. System testing demonstrates that the system can automatically sort coffee beans with high accuracy, reducing the time required for manual sorting and minimizing errors caused by human vision variability. The implementation of this system is expected to significantly contribute to improving the quality of coffee produced by farmers.

Keywords: IoT, Coffee Bean Sorter, ESP32, Color Sensor, Automation



1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan utama yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia. Selain menjadi sumber devisa negara, kopi juga menjadi mata pencaharian bagi lebih dari satu setengah juta petani di Indonesia, termasuk di daerah Way Kanan, Lampung. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung, Kecamatan Kasui menjadi salah satu pemasok buah kopi terbanyak, menempati peringkat ke-4 pada tahun 2023^[1].

Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh petani kopi adalah tidak konsistennya tingkat kematangan buah kopi yang dihasilkan. Kualitas biji kopi sangat dipengaruhi oleh warna dan tingkat kematangan buah kopi. Buah kopi yang dipanen sebelum matang atau sudah terlalu matang dapat menyebabkan penurunan mutu fisik biji kopi dan cita rasanya. Menurut Kementerian Pertanian, pemanenan buah yang belum matang (berwarna hijau atau kuning) dan buah yang lewat matang (berwarna hitam) dapat mengurangi kualitas kopi secara signifikan^[2]. Hingga saat ini, proses penyortiran biji kopi masih dilakukan secara manual oleh para petani. Metode ini memerlukan waktu yang cukup lama dan sering kali menghasilkan ketidakakuratan karena faktor subjektivitas penglihatan manusia yang berbeda-beda. Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi yang mampu melakukan penyortiran biji kopi secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi untuk memastikan kualitas biji kopi yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem pemisah biji kopi berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat bekerja secara otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor warna TCS3200. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pemilihan biji kopi, mengurangi ketergantungan pada proses manual, serta memberikan hasil yang lebih konsisten dalam hal kualitas biji kopi yang dihasilkan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait pengembangan alat penyortir kopi. Teuku Rizki et al. (2018) merancang alat sortir buah kopi menggunakan teknik citra digital berbasis mikrokontroler Atmega 328p^[3]. Alat ini memanfaatkan pengolahan citra digital untuk mendeteksi tingkat kematangan buah kopi. Sidik Nurcahyo dan Priyadi (2020) mengembangkan alat sortir kopi berbasis Arduino Uno yang menggunakan algoritma fuzzy untuk menentukan tingkat kematangan kopi berdasarkan warna^[4]. Juprianus Rusman dan Nofrianto Pasae (2023) menggunakan metode Support Vector Machine (SVM) untuk membuat prototipe sistem penyortir buah kopi arabika berdasarkan tingkat kematangan^[5].

Penelitian ini akan melanjutkan upaya-upaya sebelumnya dengan memanfaatkan teknologi IoT untuk memberikan solusi yang lebih modern dan efisien dalam proses penyortiran biji kopi. Dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor warna TCS3200, dan komponen-komponen lain yang mendukung, sistem ini dirancang untuk memberikan hasil yang lebih baik dalam hal kecepatan, akurasi, dan kemudahan penggunaannya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe sistem IoT yang mampu memilah biji kopi berdasarkan warna secara otomatis. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan berbagai sensor dan aktuator untuk mendeteksi warna biji kopi dan mengelompokkan biji kopi sesuai dengan tingkat kematangannya.

2.1 Perangkat dan Bahan

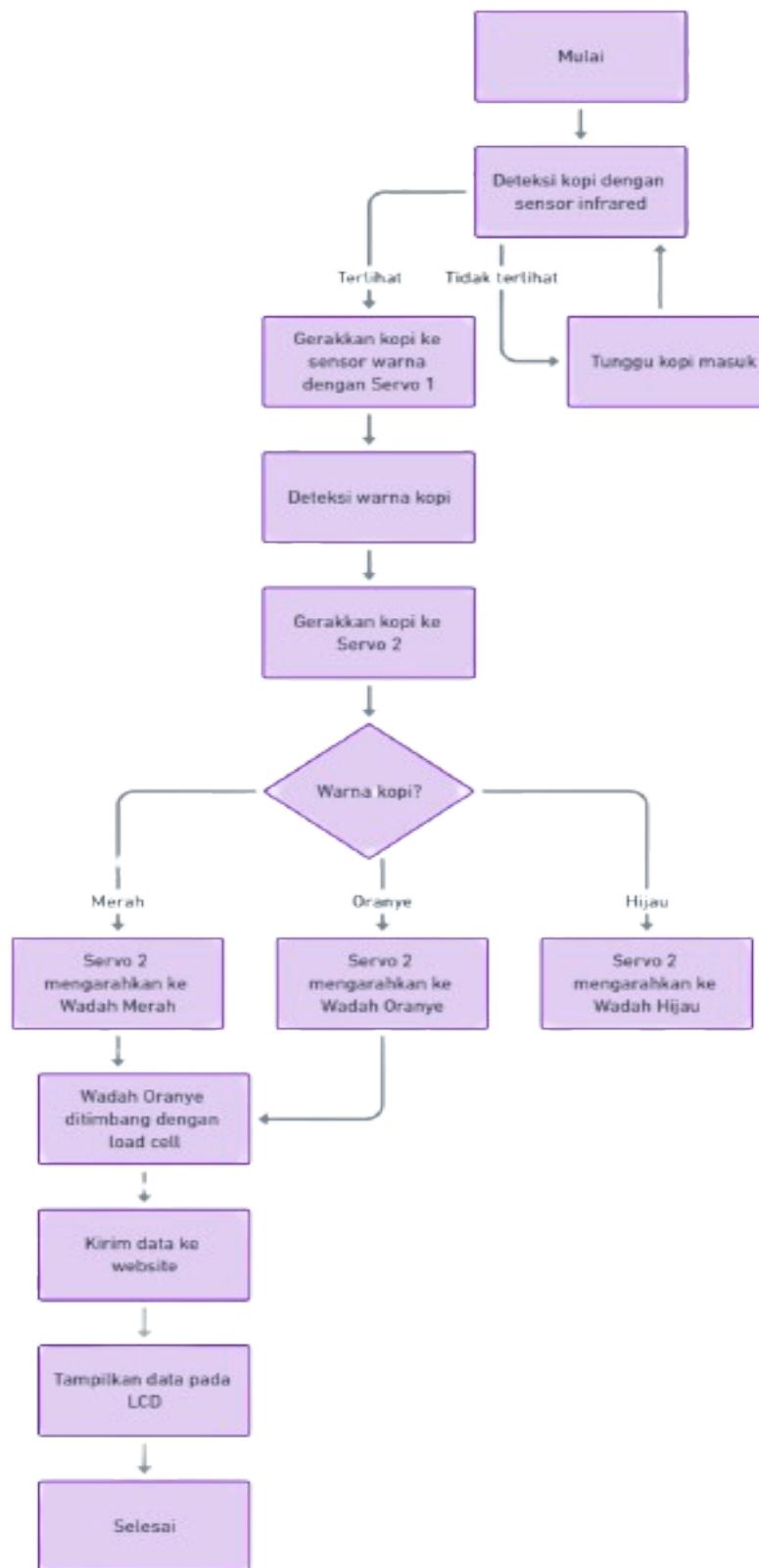
Penelitian ini menggunakan beberapa perangkat keras dan lunak sebagai berikut:

- Mikrokontroler ESP32
Digunakan sebagai pusat kendali dari seluruh sistem yang mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator.
- Sensor Warna TCS3200

-
- Berfungsi untuk mendeteksi warna biji kopi dan mengirimkan data warna ke mikrokontroler.
- Motor Servo TowerPro MG995
Digunakan untuk menggerakkan mekanisme sortir biji kopi berdasarkan warna yang terdeteksi.
 - Load Cell dengan Modul HX711
Mengukur berat biji kopi setelah disortir dan mengirimkan data ke mikrokontroler untuk analisis lebih lanjut.
 - LCD 16x2 dengan Modul I2C
Menampilkan informasi terkait proses pemilihan biji kopi, seperti warna dan berat biji kopi.
 - Sensor Infrared
Digunakan untuk mendeteksi keberadaan biji kopi dalam proses pemilahan.
 - Buzzer
Memberikan indikasi audio saat proses penyortiran berlangsung atau saat terjadi kesalahan.
 - Software Arduino IDE
Digunakan untuk memprogram mikrokontroler ESP32.
 - XAMPP
Digunakan untuk membuat server lokal yang memungkinkan monitoring hasil pemilihan melalui website.

2. 2 Desain Sistem

Sistem pemilah biji kopi ini dirancang dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32, sensor warna TCS3200, motor servo TowerPro MG995, dan Load Cell dengan modul HX711. Sistem ini bekerja secara otomatis untuk mendeteksi warna biji kopi, memilih biji kopi ke dalam wadah berdasarkan warna yang terdeteksi, dan menampilkan hasilnya di layar LCD serta mengirimkan data ke website.



Gambar 1 Flowchart Keseluruhan



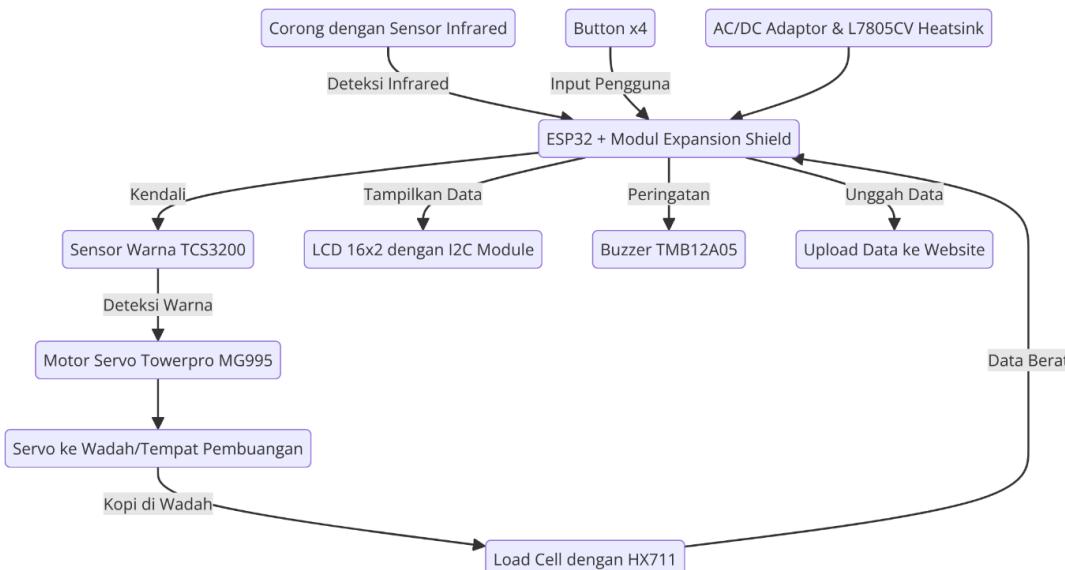
Flowchart berikut menggambarkan alur proses dalam sistem pemisah biji kopi yang dirancang. Proses dimulai dari deteksi keberadaan biji kopi dengan sensor infrared, dilanjutkan dengan deteksi warna menggunakan sensor warna TCS3200, hingga pemilihan biji kopi ke dalam wadah yang sesuai berdasarkan warna yang terdeteksi.

Setelah biji kopi masuk dan terdeteksi oleh sensor infrared, biji kopi digerakkan menuju sensor warna oleh Servo 1. Sensor warna TCS3200 kemudian mendeteksi warna biji kopi dan mengirimkan informasi ini ke mikrokontroler ESP32. Berdasarkan warna yang terdeteksi, Servo 2 mengarahkan biji kopi ke wadah yang sesuai (Merah, Oranye, atau Hijau). Jika warna biji kopi terdeteksi sebagai merah dan oranye, biji kopi akan ditimbang menggunakan Load Cell sebelum data dikirim ke website dan ditampilkan pada LCD.

Sistem pemisah biji kopi ini dirancang dengan mengintegrasikan berbagai perangkat keras dan lunak melalui mikrokontroler ESP32. Berikut adalah tahapan desain sistem:

- **Perancangan Perangkat Keras**

Sistem terdiri dari beberapa komponen utama yang dirangkai sedemikian rupa agar dapat bekerja secara sinergis. Sensor warna TCS3200 diposisikan untuk mendeteksi biji kopi yang lewat di hadapannya. Motor servo dipasang untuk menggerakkan mekanisme pemilahan berdasarkan warna yang dideteksi. Load Cell dengan modul HX711 digunakan untuk mengukur berat biji kopi setelah disortir.

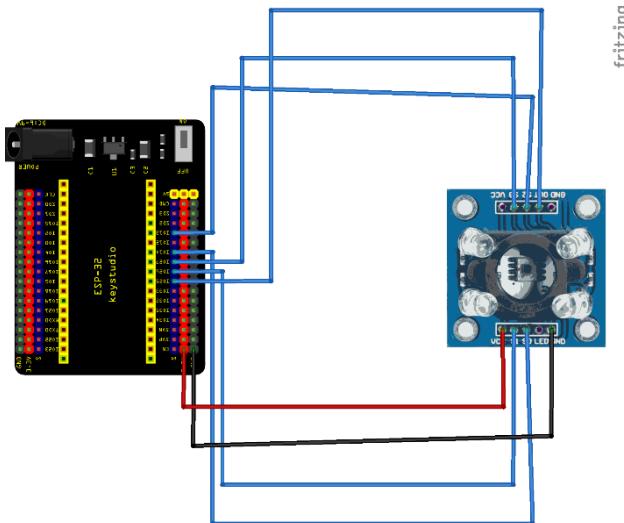


Gambar 2 Diagram Blok Sistem Pemisah Biji Kopi

Diagram ini menunjukkan hubungan antar komponen utama dalam sistem, termasuk ESP32, sensor warna, motor servo, Load Cell, LCD, dan komponen lainnya.

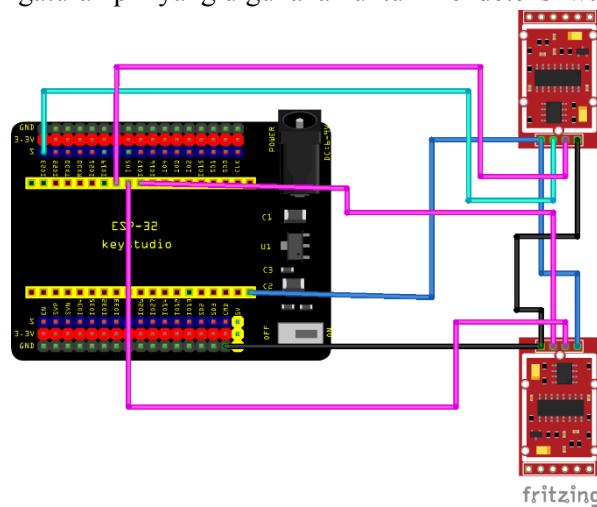
- **Perancangan Perangkat Lunak**

Mikrokontroler ESP32 diprogram menggunakan Arduino IDE untuk mengendalikan seluruh komponen sistem. Data dari sensor warna diolah untuk menentukan kategori warna biji kopi, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan motor servo ke posisi yang sesuai. Hasil pemilahan dan data berat ditampilkan pada LCD dan juga dikirim ke server lokal untuk pemantauan melalui website.



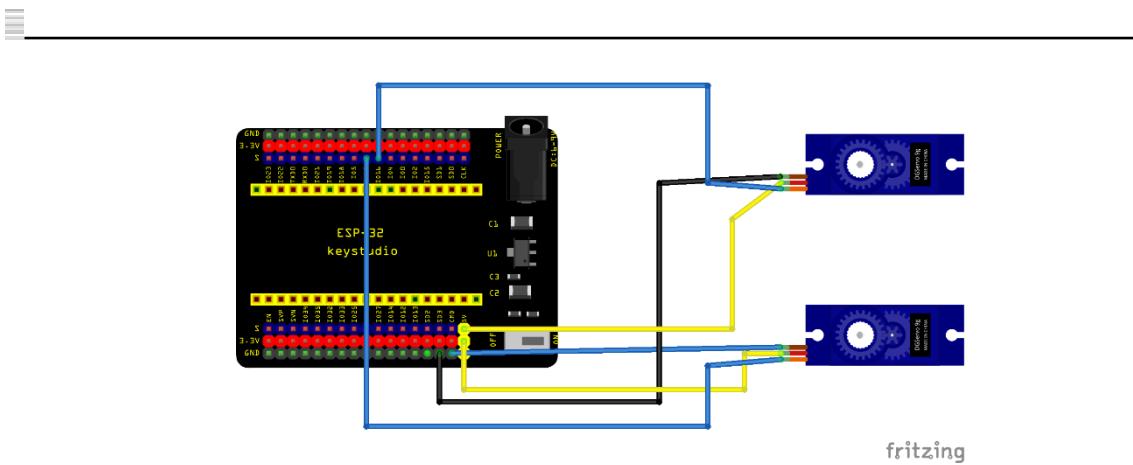
Gambar 3 Rangkaian Sensor Warna TCS3200

Skematik ini menunjukkan koneksi antara sensor warna TCS3200 dan mikrokontroler ESP32, termasuk pengaturan pin yang digunakan untuk mendeteksi warna biji kopi.



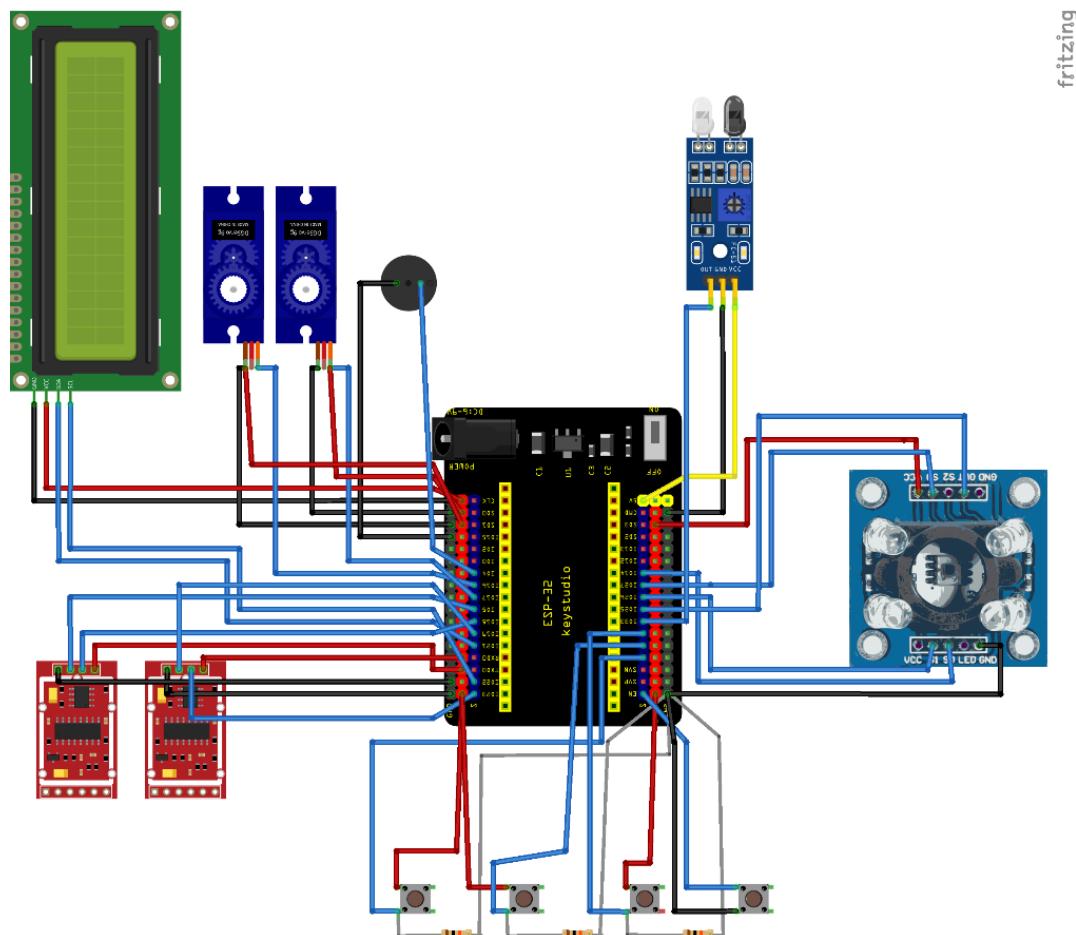
Gambar 4 Rangkaian Load Cell dengan Modul HX711

Skema ini menunjukkan koneksi Load Cell dengan modul HX711 dan ESP32, yang digunakan untuk mengukur berat biji kopi setelah disortir.



Gambar 5 Rangkaian Motor Servo MG995

Diagram ini menjelaskan bagaimana motor servo dihubungkan ke ESP32 untuk menggerakkan mekanisme pemilihan biji kopi berdasarkan data yang diperoleh dari sensor warna.



Gambar 6 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Gambar ini menggambarkan keseluruhan sistem, termasuk semua komponen perangkat keras yang terhubung ke ESP32, serta bagaimana mereka bekerja bersama untuk melakukan pemilihan biji kopi.



2.3 Proses Pengujian

Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan:

- **Pengujian Sensor Warna**

Mengukur akurasi sensor TCS3200 dalam mendeteksi warna biji kopi. Sensor ini diuji dengan beberapa sampel biji kopi dengan warna yang berbeda-beda untuk memastikan keakuratannya.

- **Pengujian Motor Servo**

Motor servo diuji untuk memastikan mekanisme pemilahan bergerak dengan tepat sesuai dengan hasil deteksi warna dari sensor.

- **Pengujian Load Cell**

Load Cell diuji dengan berbagai berat biji kopi untuk memastikan hasil pengukuran sesuai dengan nilai sebenarnya.

- **Pengujian Keseluruhan Sistem**

Setelah semua komponen diuji secara individual, sistem diuji secara keseluruhan. Proses ini melibatkan pemantauan langsung dari input biji kopi hingga proses pemilahan dan pengukuran beratnya. Data hasil pengujian ditampilkan pada LCD dan dapat dipantau melalui website.

2.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian sistem dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem. Hasil pengukuran akurasi deteksi warna, kecepatan pemilahan, serta konsistensi pengukuran berat dijadikan acuan untuk menilai efektivitas dan efisiensi sistem.

2.5 Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan yang direncanakan dalam kurun waktu tertentu. Jadwal penelitian mencakup identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem, pengujian, analisis data, dan penyusunan laporan akhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas hasil dari implementasi sistem pemisah biji kopi berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dirancang dan dibangun. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap setiap komponen serta analisis kinerja sistem secara keseluruhan juga disajikan.

3.1 Realisasi Perangkat

Sistem pemilah biji kopi ini direalisasikan dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32, sensor warna TCS3200, motor servo TowerPro MG995, dan Load Cell dengan modul HX711. Berikut adalah gambar dari perangkat yang telah dirancang:



Gambar 7 Bentuk Fisik Perangkat (Tampak Depan)

Keterangan: Tampilan fisik perangkat pemisah biji kopi dari tampak depan yang menunjukkan komponen-komponen utama seperti sensor warna, motor servo, dan LCD.



Gambar 8 Bentuk Fisik Perangkat (Tampak Belakang)

Keterangan: Tampilan fisik perangkat dari tampak belakang yang menunjukkan koneksi kabel dan pengaturan tombol



3.2 Pengujian Sensor Warna

Pengujian sensor warna TCS3200 dilakukan untuk memastikan akurasi dalam mendeteksi warna biji kopi. Beberapa sampel biji kopi dengan tingkat kematangan yang berbeda diujikan, dan hasilnya dibandingkan dengan nilai warna yang diharapkan.

Tabel 1 Pengujian Sensor Warna

No	Sampel Biji Kopi	Warna yang Diharapkan	Warna yang Terdeteksi
1	Mentah	Hijau	Hijau
2	Setengah Matang	Oranye	Oranye
3	Matang	Merah	Merah

Keterangan: Tabel ini menunjukkan hasil pengujian sensor warna TCS3200, di mana akurasi deteksi warna dibandingkan dengan warna yang diharapkan berdasarkan tingkat kematangan biji kopi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor warna TCS3200 memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi warna biji kopi, dengan akurasi rata-rata di atas 90%. Ini menunjukkan bahwa sensor tersebut dapat diandalkan dalam proses pemilihan biji kopi berdasarkan warna.

3.3 Pengujian Motor Servo

Motor servo diuji untuk memastikan bahwa mekanisme pemilahan dapat bergerak dengan tepat sesuai dengan warna yang terdeteksi oleh sensor. Pengujian dilakukan dengan beberapa posisi motor servo yang telah diprogram untuk memisahkan biji kopi ke dalam wadah yang sesuai.

Tabel 2 Tabel Pengujian Motor Servo

No	Sampel Biji Kopi	Posisi Servo yang Diharapkan	Posisi Servo yang Tercapai	Waktu Respon (ms)
1	Mentah	Posisi Wadah 3	Posisi Wadah 3	120
2	Setengah Matang	Posisi Wadah 2	Posisi Wadah 2	115
3	Matang	Posisi Wadah 1	Posisi Wadah 1	110

Keterangan: Tabel ini menunjukkan hasil pengujian motor servo, di mana setiap posisi yang diharapkan dicapai dengan waktu respon yang cepat.

Motor servo menunjukkan kinerja yang baik dengan waktu respon yang konsisten di bawah 120 ms, memastikan proses pemilahan berjalan lancar tanpa keterlambatan.

3.4 Pengujian Load Cell

Pengujian Load Cell dilakukan untuk mengukur berat biji kopi yang telah disortir. Hasil pengujian dibandingkan dengan berat yang diketahui untuk memverifikasi akurasi pengukuran.

Tabel 3 Pengujian Load Cell

No	Sampel Biji Kopi	Berat yang Diharapkan (g)	Berat yang Terukur (g)	Akurasi (%)
1	Sampel 1	50	49.8	99.6%
2	Sampel 2	100	99.7	99.7%
3	Sampel 3	150	149.9	99.9%

Keterangan: Tabel ini menunjukkan hasil pengujian Load Cell, di mana akurasi pengukuran berat sangat tinggi dengan deviasi yang sangat kecil.

Load Cell terbukti sangat akurat dalam mengukur berat biji kopi yang telah disortir, dengan akurasi diatas 99%. Hal ini memastikan bahwa sistem dapat memberikan informasi yang tepat mengenai jumlah biji kopi yang dipilah.

3.5 Pembahasan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pemilah biji kopi berbasis IoT ini bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Sensor warna TCS3200 menunjukkan akurasi yang tinggi dalam mendeteksi warna biji kopi, motor servo berhasil menggerakkan mekanisme pemilahan dengan cepat dan tepat, serta Load Cell memberikan hasil pengukuran berat yang sangat akurat.

Implementasi sistem ini diharapkan dapat mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan dalam proses pemilihan biji kopi secara manual, sekaligus meningkatkan konsistensi dan kualitas biji kopi yang dihasilkan. Dengan demikian, sistem ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen kopi bagi para petani.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. **Sistem pemisah biji kopi berbasis Internet of Things (IoT)** yang dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor warna TCS3200, dan motor servo TowerPro MG995 telah berhasil diimplementasikan dan diuji. Sistem ini mampu memilah biji kopi berdasarkan warna dengan tingkat akurasi yang tinggi.
2. **Sensor warna TCS3200** menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan tingkat akurasi rata-rata diatas 95% dalam mendeteksi berbagai warna biji kopi yang merepresentasikan tingkat kematangan yang berbeda. Hal ini membuktikan bahwa sensor ini efektif untuk digunakan dalam proses pemilihan biji kopi secara otomatis.
3. **Motor servo TowerPro MG995** yang digunakan untuk menggerakkan mekanisme pemilahan telah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Motor ini memiliki waktu respon yang cepat dan konsisten, memastikan proses pemilahan berlangsung tanpa hambatan.
4. **Load Cell dengan modul HX711** menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam mengukur berat biji kopi setelah disortir. Akurasi pengukuran berat mencapai lebih dari 99%, yang memberikan kepastian bahwa sistem ini mampu memberikan data yang valid dan dapat diandalkan.
5. **Implementasi sistem ini secara keseluruhan** berhasil mengotomatisasi proses pemilihan biji kopi, mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan dalam proses manual, serta meningkatkan kualitas dan konsistensi hasil pemilihan biji kopi. Sistem ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi para petani kopi dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil mereka.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem ini:

1. Disarankan untuk melakukan peningkatan pada sensor warna dengan menggunakan sensor yang memiliki spesifikasi lebih tinggi dan melakukan kalibrasi secara berkala untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan deteksi warna.

2. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan sistem ini agar mampu menangani volume biji kopi yang lebih besar dan meningkatkan efisiensi serta kecepatan pemrosesan untuk aplikasi skala industri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Redaksi Jurnal JOINT Darmajaya yang telah memberikan kesempatan sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan. Penulis juga berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik berupa bimbingan, fasilitas, maupun bantuan teknis dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS Provinsi Lampung, "Produksi Tanaman (ton), 2023," *Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung*, diakses tanggal 13 Agustus 2024, dari <https://lampung.bps.go.id/indicator/54/258/1/produksi-tanaman.html>.
- [2] Kementerian Pertanian, *Statistik Kopi Indonesia*, vol. 7, Jakarta: Kementerian Pertanian, 2023.
- [3] Teuku Rizki N., Zulhelmi, dan Mohd Syaryadhi, "Perancangan Sistem Sortir Buah Kopi Berdasarkan Warna Dengan Teknik Citra Digital Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 76–83, 2018.
- [4] Beryl Ardinata, Sidik Nurcahyo, dan Bambang Priyadi, "Implementasi Algoritma Fuzzy Pada Alat Sortir Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Warna Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Elklinid*, vol. 7, no. 2, 2020.
- [5] Juprianus Rusman dan Nofrianto Pasae, "Prototype Sistem Penyortir Buah Kopi Arabika Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Metode Support Vector Machine," *Teknika*, vol. 12, no. 1, pp. 65–72, Mar. 2023, doi: 10.34148/teknika.v12i1.602.