

Perancangan Alat Sortir Tomat Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Sensor Tcs3200 dan Blynk

Muhammad Bobby Bachtiar Putra¹, Hery Ardiansyah², Bagus Dwi Saputra³

^{1,2,3}Teknik Komputer, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Lamongan

¹kunboby2@gmail.com*, ²hery24@gmail.com, ³badaisaga@gmail.com

Abstract

Tomato are a high-value horticultural commodity requiring sorting based on ripeness to ensure quality during distribution and marketing. Manual sorting is often inefficient and error-prone due to subjective human perception. This research designs and implements an IoT-based automatic tomato sorting prototype using a TCS3200 color sensor and the Blynk platform. The system detects RGB color values from the tomato surface using the TCS3200 sensor, processed by an ESP32 microcontroller to classify tomatoes into three categories: unripe, ripe, and rotten. A servo motor directs the tomatoes based on classification, while a DC motor, controlled by an Arduino Uno via an L298N driver, powers the conveyor. Sorting data is displayed in real-time through the Blynk application, serving as a monitoring dashboard. Testing with 15 tomatoes of varying ripeness levels achieved a 73.33% accuracy rate. Errors primarily occurred with rotten tomatoes resembling ripe ones in color. To enhance accuracy, integrating a TCS34725 color sensor and a database for historical sorting data is recommended. This prototype demonstrates effective automatic, real-time sorting, with potential for large-scale agricultural applications.

Keywords: Tomato, TCS3200 Color Sensor, Automatic Sorting, ESP32, Blynk.

Abstrak

Tomat merupakan komoditas hortikultura bernilai tinggi yang memerlukan penyortiran berdasarkan tingkat kematangan untuk menjaga kualitas selama distribusi dan pemasaran. Penyortiran manual sering kali tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan akibat persepsi subjektif. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan prototipe alat sortir tomat otomatis berbasis IoT menggunakan sensor warna TCS3200 dan platform Blynk. Sistem mendeteksi nilai warna RGB dari permukaan tomat menggunakan sensor TCS3200, yang diproses oleh mikrokontroler ESP32 untuk mengklasifikasikan tomat ke dalam tiga kategori: mentah, matang, dan busuk. Motor servo mengarahkan tomat berdasarkan klasifikasi, sedangkan motor DC, yang dikendalikan oleh Arduino Uno melalui driver L298N, menggerakkan konveyor. Data sortir ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Blynk sebagai dashboard pemantauan. Pengujian dengan 15 tomat dengan tingkat kematangan beragam menghasilkan akurasi 73,33%. Kesalahan terutama terjadi pada tomat busuk yang warnanya mirip dengan tomat matang. Untuk meningkatkan akurasi, disarankan menambahkan sensor warna TCS34725 dan database untuk menyimpan data sortir historis. Prototipe ini menunjukkan kemampuan sortir otomatis secara real-time, dengan potensi untuk aplikasi pertanian skala besar.

Kata kunci: Tomat, Sensor warna TCS3200, Sortir otomatis, ESP32, Blynk.

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang berpusat pada pertanian yang di mana pekerjaan utama sebagian besar warganya bergantung pada sektor pertanian sebagai sumber mata pencaharian utama [1]. Keunggulan ini didukung oleh kondisi geografis yang dilintasi deretan gunung dan dataran subur, menciptakan lingkungan ideal untuk bercocok tanam, termasuk budidaya tanaman hortikultura seperti tomat [2]. Direktorat Jenderal Hortikultura mencatat tomat (*Solanum lycopersicum*) sebagai salah satu komoditas unggulan karena nilai ekonomisnya yang tinggi dan perannya dalam mendukung ketahanan pangan serta industri pengolahan pangan [3]. Tomat, yang berasal dari Amerika Selatan dan pertama kali dibudidayakan oleh suku Aztec dan Inca sebelum menyebar ke seluruh dunia melalui penjelajahan Eropa, kini memiliki variasi bentuk, ukuran, dan warna, seperti merah, kuning, hijau, jingga, hingga ungu [4].

Seiring perkembangan teknologi, *Internet of Things* (IoT) muncul sebagai solusi inovatif dalam modernisasi pertanian. IoT memungkinkan perangkat fisik seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan, mengirim, dan memproses data secara otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung [5]. Teknologi ini memfasilitasi komunikasi antar perangkat, analisis data real-time, dan pengambilan keputusan berbasis data, yang sangat relevan untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan hasil pertanian [6]. Salah satu platform IoT yang populer adalah *Blynk*, yang menyediakan antarmuka pengguna berbasis aplikasi seluler dan dashboard web untuk memantau serta mengendalikan perangkat keras seperti Arduino, ESP32, dan Raspberry Pi dari jarak jauh [7].

Sensor warna TCS3200 menjadi komponen kunci dalam penelitian ini, karena mampu mendeteksi intensitas cahaya yang dipantulkan dari permukaan

objek dan mengonversinya menjadi sinyal frekuensi digital berdasarkan komponen warna merah (R), hijau (G), dan biru (B) [8]. Sensor ini sering digunakan dalam aplikasi pengenalan warna karena ketepatan dan kemudahan integrasinya dengan mikrokontroler seperti ESP32 atau Arduino. Namun, proses penyortiran tomat secara manual masih menjadi kendala utama di kalangan petani, terutama di daerah pedesaan seperti Desa Sendangharjo, Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan. Penyortiran manual memakan waktu lama, memerlukan tenaga kerja besar, dan rentan terhadap kesalahan akibat perbedaan persepsi kematangan di antara pekerja. Kesalahan ini dapat menurunkan kualitas produk, meningkatkan kerugian ekonomi, dan menghambat distribusi tomat ke pasar yang menuntut standar kematangan tertentu [9].

Berdasarkan permasalahan tersebut, untuk mempermudah proses sortir tomat maka dilakukan perancangan alat sortir tomat otomatis berbasis IoT yang memanfaatkan sensor TCS3200 untuk deteksi warna dan aplikasi Blynk untuk monitoring real-time. Tujuan utama adalah menciptakan solusi yang dapat mengurangi beban kerja manual, meningkatkan akurasi penyortiran, dan mendukung produktivitas petani secara berkelanjutan. Pendekatan ini diharapkan menjadi langkah awal dalam mengintegrasikan teknologi cerdas ke dalam praktik pertanian tradisional di Indonesia.

2. Metode Penelitian

A. Sistem Sortir Tomat

Sistem sortir buah tomat merupakan mekanisme yang dirancang untuk memisahkan tomat berdasarkan tingkat kematangannya guna meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kualitas distribusi. Proses sortir dapat dilakukan secara manual, semi-otomatis, maupun otomatis. Pada metode otomatis, proses pemisahan dilakukan dengan memanfaatkan sensor warna, aktuator, dan mikrokontroler. Kriteria kematangan tomat ditentukan berdasarkan warna: hijau sebagai tomat mentah, merah sebagai tomat matang, serta merah kecoklatan sebagai tomat busuk. Dengan pendekatan ini, tomat dapat disortir secara mandiri sesuai kategori kematangan dengan lebih cepat [10].

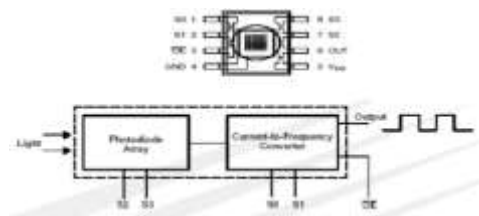
Tabel 1. Dataset Warna Tomat

No	Kategori	R (Red)	G (Green)	B (Blue)	Keterangan	Posisi
1	Mentah	50–100	150–200	50–100	warna hijau lebih dominan	kanan
2	Matang	150–255	50–150	50–100	Warna dominannya adalah kuning	tengah

					hingga merah	
3	Busuk	100–150	50–100	50–100	Warnanya cenderung gelap, kecokelatan, atau kehitaman	kiri

B. Sensor Warna Tcs3200

Sensor TCS3200 adalah sensor optik yang mendeteksi warna berdasarkan intensitas cahaya yang dipantulkan dari objek. Sensor ini mengubah intensitas cahaya menjadi sinyal frekuensi digital yang dapat diproses oleh mikrokontroler, menggunakan filter RGB (Red, Green, Blue) untuk mengidentifikasi komposisi warna. Sensor ini dibangun dari kombinasi fotodiode silikon dan rangkaian pengubah arus-ke-frekuensi dalam sebuah chip CMOS tunggal. Keunggulannya adalah output digital yang dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler tanpa memerlukan konverter tambahan. Struktur internal sensor terdiri dari matriks 8×8 fotodiode (64 unit), dengan pembagian 16 fotodiode untuk filter merah, 16 hijau, 16 biru, dan 16 tanpa filter. Susunan ini memungkinkan deteksi warna lebih akurat serta meminimalkan pengaruh distribusi cahaya yang tidak merata. Pemilihan kelompok fotodiode dikendalikan melalui pin S2 dan S3 pada modul sensor [11].



Gambar 1. Logika sensor tcs3200

C. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep teknologi yang menghubungkan perangkat fisik melalui jaringan internet untuk mengumpulkan dan memproses data secara otomatis. IoT diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan data dari sensor TCS3200, yang kemudian dikirim ke platform Blynk untuk monitoring *real-time*. Sistem ini memungkinkan komunikasi data tanpa intervensi manusia langsung, meningkatkan efisiensi penyortiran [5].

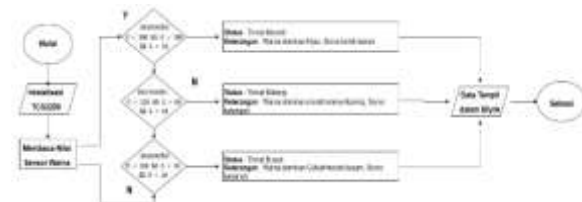
D. Aplikasi Blynk

Blynk merupakan platform aplikasi mobile (iOS dan Android) yang digunakan untuk mengendalikan mikrokontroler melalui koneksi Internet. Platform ini

memungkinkan pengguna merancang antarmuka grafis dengan metode seret dan lepas widget, sehingga konfigurasi proyek IoT dapat dilakukan secara cepat dan praktis. *Blynk* bersifat fleksibel karena dapat digunakan pada berbagai jenis papan mikrokontroler serta mendukung kendali perangkat dari jarak jauh selama terhubung ke jaringan internet. Selain itu, *Blynk* menyediakan layanan penyimpanan berbasis *cloud* yang disebut *Blynk Cloud*, berfungsi sebagai server untuk menghubungkan perangkat IoT dengan aplikasi, sehingga pengguna dapat memantau data, mengontrol perangkat, dan mengelola otomatisasi tanpa perlu menyiapkan server sendiri[12].

E. Metode Rulebased

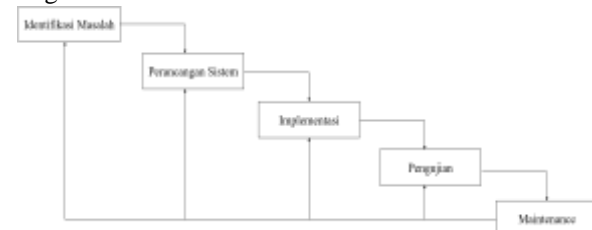
Metode rule-based merupakan teknik representasi pengetahuan dengan menggunakan aturan berbentuk logika *IF-THEN*. Metode ini efektif pada domain sederhana karena mudah diverifikasi dan divalidasi, namun kurang optimal pada domain kompleks yang memiliki banyak variabel. Aturan dalam metode ini dibangun dari kondisi yang dihubungkan melalui operator logika seperti "*IF*", "*ELSE*", maupun negasi, sehingga menghasilkan fungsi logis tertentu. Alternatif pengembangan aturan dapat dilakukan melalui machine learning berbasis data empiris[13].



Gambar 2. Rulebased system

F. Metode Waterfall

Penelitian ini menggunakan metode *Waterfall* untuk pengembangan sistem, yang terdiri dari tahapan berurutan: identifikasi masalah, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan *maintenance* [14]. Identifikasi masalah dilakukan melalui wawancara dengan petani, perancangan meliputi pembuatan blok diagram:



Gambar 3. Metode Waterfall

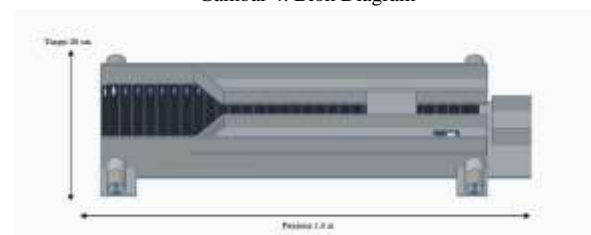
G. Rancang Bangun Sistem

Prototipe ini terdiri dari tiga sistem utama, yaitu sistem yang berfungsi untuk menghitung jumlah buah yang masuk, sistem untuk memeriksa tingkat kematangan buah, serta sistem penggerak yang bertugas melakukan

penyortiran buah. Fokus penelitian pada pengolahan data warna dan pengintegrasian hasil data dengan platform IoT. Dibawah ini adalah rancangan alat yang akan dibuat:



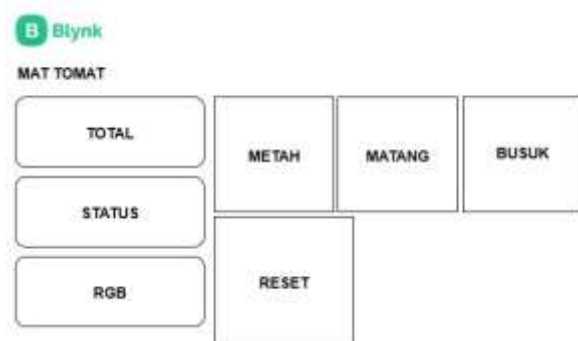
Gambar 4. Blok Diagram



Gambar 5. Skema Rangkaian

H. Rancang Bangun Perangkat Lunak

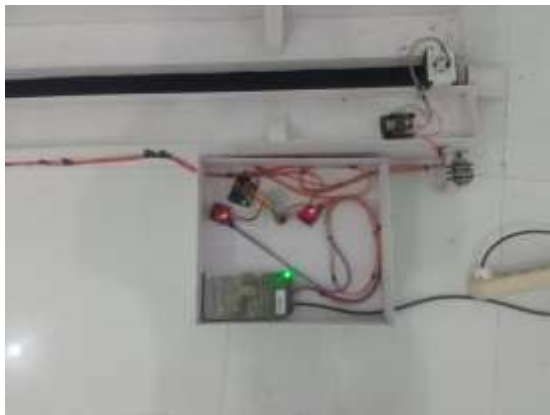
Pemrograman dilakukan menggunakan *Arduino IDE* dengan logika rule-based untuk klasifikasi warna. Data dikirim ke *Blynk* untuk monitoring *real-time*. Dibawah ini adalah rancangan perangkat lunak yang akan dibuat:



Gambar 6. Skema Antarmuka

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini berupa sebuah prototipe alat sortir buah tomat berbasis Internet of Things (IoT). Alat ini terdiri dari mikrokontroler ESP32 Devkit V1 sebagai pengendali utama, sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi tingkat kematangan, serta servo MG996R yang berfungsi mengarahkan tomat ke wadah sesuai kategorinya. Proses sortir bekerja secara otomatis dengan alur: tomat melewati sensor tcs3200 nilai warna dibaca, data diproses ESP32, servo mengarahkan tomat ke wadah, hasil sortir dikirim ke *Blynk Cloud*. Tampilan fisik prototipe dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rancangan Alat

Pada sistem ini digunakan 4 buah motor DC sebagai penggerak utama konveyor untuk mengalirkan buah tomat menuju area pendeteksian. Motor DC disuplai oleh power supply 12V 10A yang cukup untuk menopang kebutuhan dua buah driver motor L298N serta satu mikrokontroler Arduino yang berfungsi mengendalikan motor secara terpisah. Setiap motor DC memiliki spesifikasi tegangan kerja 12V dengan kecepatan maksimum sekitar 3000 RPM. Agar pergerakan tomat tidak terlalu cepat dan memberi waktu cukup bagi sensor TCS3200 dalam membaca warna, kecepatan motor dikendalikan menggunakan sinyal PWM. Pada program Arduino, nilai PWM diatur sebesar 160, yang setara dengan sekitar 62,75% duty cycle dari nilai penuh (255). Perhitungan kecepatan motor dengan PWM 160 adalah sebagai berikut:

$$RPM = 3000 \times \frac{160}{255} = 1882 \text{ RPM}$$

Hasil yang didapat adalah 1882 RPM



Gambar 8. Motor DC Kontroler

Tampilan antarmuka sistem ini dibuat menggunakan platform Blynk yang memungkinkan pemantauan data sortir buah tomat secara real-time melalui dashboard yang dapat diakses dari perangkat seluler maupun computer. Pengguna dapat melihat informasi penting meliputi:

Total Tomat: Menampilkan jumlah keseluruhan tomat yang telah diproses oleh sistem.

Status Tomat: Menunjukkan status klasifikasi terakhir (mentah, matang, atau busuk) berdasarkan warna yang terdeteksi oleh sensor TCS3200.

Nilai RGB: Menampilkan nilai RGB dari warna tomat yang terbaca saat proses klasifikasi berlangsung.

Jumlah Tomat Berdasarkan Kategori: Tersedia tiga indikator jumlah tomat berdasarkan klasifikasi, yaitu tomat mentah, matang, dan busuk.

Tombol Reset Counter: Digunakan untuk mengatur ulang perhitungan jumlah tomat ke angka nol, yang berguna saat memulai proses baru.

Tampilan antarmuka system dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Tampilan antarmuka system

Tahap selanjutnya merupakan pengujian, Pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat bekerja secara efektif dalam membaca warna tomat dan melakukan sortir berdasarkan kategori tingkat kematangan, yaitu mentah, matang, dan busuk. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja prototipe penyortiran buah tomat dengan menggunakan total 15 buah tomat sebagai sampel. Sampel tersebut terdiri dari 5 tomat matang, 5 tomat mentah, dan 5 tomat busuk yang digunakan sebagai data uji. Data hasil sistem sensor TCS3200 dan servo dapat dilihat pada Gambar 10. Sebagai berikut:

NO	Warna	R	G	B	Status Hasil	Keterangan	Hasil Sortir
1	Hijau	153	150	85	Mentah	Sesuai	Masuk keranjang kanan
2	Hijau	130	132	72	Mentah	Sesuai	Masuk keranjang kanan
3	Hijau	107	112	60	Mentah	Sesuai	Masuk keranjang kanan
4	Hijau	153	170	86	Mentah	Sesuai	Masuk keranjang kanan
5	Hijau	78	72	55	Mentah	Sesuai	Masuk keranjang kanan

Gambar 10. Tomat Mentah

Data yang tercantum pada tabel diatas menunjukkan hasil dari sortir tomat mentah yang menunjukkan hasil sesuai dan dilanjutkan untuk data tomat matang yang dapat dilihat pada Gambar 11. Sebagai berikut:

NO	Warna	R	G	B	Status Hasil	Keterangan	Hasil Sortir
1	Kuning	154	121	65	Matang	Sesuai	Masuk keranjang Tengah
2	Orange	146	60	20	Matang	Sesuai	Masuk keranjang Tengah
3	Orange	172	71	23	Matang	Sesuai	Masuk keranjang Tengah
4	Merah	116	0	0	Matang	Sesuai	Masuk keranjang Tengah
5	Merah	96	0	0	Matang	Sesuai	Masuk keranjang Tengah

Gambar 11. Tomat Matang

Data yang tercantum pada tabel diatas menunjukkan hasil dari sortir tomat matang yang menunjukkan hasil yang sesuai dan dilanjutkan untuk data tomat busuk yang dapat dilihat pada Gambar 12. Sebagai berikut:

NO	Warna	R	G	B	Status Hasil	Keterangan	Hasil Sortir
1	Merah kecoklatan	137	50	30	Matang	Tidak Sesuai	Masuk keranjang Tengah
2	Merah kecoklatan	150	20	24	Matang	Tidak Sesuai	Masuk keranjang Tengah
3	Merah kecoklatan	170	53	23	Matang	Tidak Sesuai	Masuk keranjang Tengah
4	Merah kecoklatan	140	0	0	Matang	Tidak Sesuai	Masuk keranjang Tengah
5	Merah kecoklatan	127	29	0	Busuk	Sesuai	Masuk keranjang Kiri

Gambar 12. Tomat Busuk

Data yang tercantum pada tabel diatas menunjukkan hasil dari sortir tomat busuk yang banyak menunjukkan hasil yang tidak sesuai, dikarenakan data RGB dari tomat busuk dominan warna merah dan membuat sensor TCS3200 memberikan output “matang” pada hasil klasifikasi pada tomat busuk. Berdasarkan itu maka hasil presentase berhasil akan dihitung sebagai berikut:

$$\text{Presentse Berhasil} = \left(\frac{\text{Jumlah Tomat Sesuai}}{\text{Jumlah Tomat Diuji}} \right) \times 100$$

Jumlah Tomat sesuai = 5 (mentah) 5 (matang) 1 (Busuk) = 11

Jumlah Tomat diuji Total = 15

$$\frac{11}{15} \times 100 = 73,33\%$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari pembuatan Penelitian berjudul Perancangan Sistem Sortir Tomat Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Sensor TCS3200 dan *Blynk*, dapat disimpulkan bahwa:

Pada penelitian ini telah berhasil direalisasikan sebuah alat sortir tomat otomatis yang mampu mensortir tomat ke dalam tiga kategori, yaitu mentah, matang, dan busuk berdasarkan data warna RGB dengan tingkat keberhasilan 73,33%. Sistem ini memanfaatkan sensor TCS3200 untuk membaca warna, ESP32 sebagai pusat kendali, serta *Blynk* sebagai platform monitoring jarak jauh secara *real-time*.

Penggunaan mikrokontroler ESP32 untuk proses sortir tomat dan penggerak servo terbukti efektif dalam implementasi alat sortir otomatis. Selain itu, data *real-time* hasil sortir dapat ditampilkan melalui *Blynk Console* sehingga memudahkan pengguna dalam memantau jumlah dan status tomat yang telah disortir.

Dari pengujian terhadap 15 buah tomat dengan berbagai tingkat kematangan, sistem mampu mendeteksi dan mengarahkan setiap tomat ke jalur sortir yang tepat secara konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah berjalan sesuai dengan tujuan dan layak untuk digunakan/dimanfaatkan sebagai alat bantu sortir.

Meskipun demikian, masih terdapat keterbatasan terutama pada pembacaan tomat busuk yang warnanya mirip dengan tomat matang. Oleh karena itu, disarankan menambahkan sensor warna TCS34725 sebagai pelengkap TCS3200 untuk meningkatkan akurasi pembacaan warna, khususnya dalam mendeteksi buah tomat busuk. Selain itu, pengembangan lebih lanjut dapat mencakup integrasi database sebagai penyimpan data sortir historis sehingga sistem lebih bermanfaat pada skala produksi yang lebih besar.

Daftar Rujukan

- [1] Ayun, Q., Kurniawan, S., & Saputro, W. A. (2020). Perkembangan Konversi Lahan Pertanian di Bagian Negara Agraris. *Vigor: Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*, 5(2), 38–44. <https://doi.org/10.31002/vigor.v5i2.3040>
- [2] Anggreani, D., Nasution, M. I., & Nasution, N. (2023). Sistem Penyortir Otomatis Kematangan Tomat Berdasarkan Warna dan Berat dengan Sensor TCS3200 dan Sensor Load Cell HX711 Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), 374–380. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.3.373-379.2023>
- [3] J. Na'am, "Edge Detection on Objects of Medical Image with Enhancement Multiple Morphological Gradient (EmMG) Method," in *Proc. 4th EECSI*, Yogyakarta, Indonesia, Sep. 23–24, 2017. <https://doi.org/10.11591/eeesi.v4.997>
- [4] S. F. Athifa and H. H. Rachmat, "Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna RGB Sensor TCS3200 Berdasarkan Jarak dan Dimensi Objek," *JETRI: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 16, no. 2, pp. 105–120, 2019. <https://doi.org/10.25105/jetri.v16i2.3459>
- [5] R. Berlianti and Fibriyanti, "Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Fasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega," *Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 5, no. 1, pp. 17–26, 2020.
- [6] R. Dwi and A. Fadlil, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Penyortir Buah Otomatis Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor TCS3200 Berbasis Mikrokontroler ATmega328," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 43–48, 2020.
- [7] A. Fadilah and A. Raharjo, "Implementasi Internet of Things (IoT) pada Sistem Monitoring Tanaman Cabai," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 142–151, 2019.
- [8] D. Hamdani and H. Purwanto, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, vol. 5, no. 3, pp. 287–294, 2018.
- [9] R. Hidayat and R. Putra, "Perancangan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruangan Berbasis Internet of Things," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, vol. 8, no. 1, pp. 32–39, 2019.
- [10] B. Nugroho and A. Wicaksono, "Perancangan Alat Penyortir Barang Berdasarkan Warna Berbasis Arduino," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 8, no. 3, pp. 91–97, 2020
- [11] F. Rachman and R. Akbar, "IoT untuk Pertanian Cerdas: Studi Kasus Monitoring Lahan Pertanian," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 10, no. 1, pp. 34–41, 2020.
- [12] E. Saputra and D. Nugraha, "Sistem Sortir Otomatis Buah Menggunakan Sensor Warna dan Load Cell," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 55–62, 2020.
- [13] F. Syahputra and R. Aditya, "Sistem Penyortiran Barang Berbasis IoT Menggunakan Sensor Warna," *Jurnal Teknik Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 34–40, 2019.
- [14] S. Wulandari and B. Satria, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Arduino Uno Berbasis IoT (Internet of Things)," *Paradigma – Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 23, no. 1, 2021. <https://doi.org/10.31294/p.v23i1.9861>
- [15] Mahendra, D. Y., & Hermanto, H. (2024). Sistem Pakar dengan Menggunakan Metode Forward Chaining dalam Menganalisis Penyakit pada Kucing. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (JUPTIK)*, 2(1), 17-23. <https://doi.org/10.52060/juptik.v2i1.2196>