

PERANCANGAN SISTEM MONITORING UNTUK PROTOTIPE MESIN SORTIR WARNA PRODUK DENGAN MENGGUNAKAN ESP32-CAM

Bayu Aji Segara¹, Suparno², Tiper K.M. Uniplaita³, Theresia O. Wuri⁴, Aris Sampe⁵, Afner Sinaga⁶

^{1,2,3,4,5,6} Teknik Elektro, Universitas Cenderawasih, Indonesia
Email: bayuajisegaraa.a9i8@gmail.com

Info Artikel

Histori Artikel:
Diterima Jan 02, 2024
Direvisi Jan 015, 2024
Disetujui Feb 15, 2024

ABSTRACT

In processing industries, the use of technology for product separation and sorting has become a research focus. The main objective is to reduce errors in product sorting through the design of an ESP32-CAM-based prototype capable of classifying products based on color. This system utilizes Python and C++ languages on a laptop to process images captured by ESP32-CAM, with the resulting data directly sent to Arduino Uno to control a servo motor that directs colored objects to provided containers. The design results demonstrate the tool's ability to detect colors according to set criteria based on upper and lower HSV values, although program adjustments are needed to optimize servo motor movements based on the identification of the largest color. Factors such as camera flash and program complexity can affect color detection, resulting in delays in image display and tool performance processes.

Keywords: Color Sorting, Arduino Uno, ESP32-CAM, HSV

ABSTRAK

Dalam industri pengolahan, penggunaan teknologi untuk pemisahan dan pengurutan produk menjadi fokus penelitian. Tujuan utama adalah mengurangi kesalahan pemilahan produk melalui perancangan prototipe berbasis ESP32-CAM yang mampu mengklasifikasikan produk berdasarkan warna. Sistem ini menggunakan bahasa Python dan C++ di laptop untuk memproses gambar yang ditangkap oleh ESP32-CAM, dengan hasil data langsung dikirimkan ke Arduino Uno untuk mengendalikan motor servo yang akan mengarahkan objek warna ke wadah yang telah disediakan. Hasil perancangan menunjukkan kemampuan alat dalam mendeteksi warna sesuai kriteria yang ditetapkan berdasarkan nilai batas atas dan bawah HSV, meskipun perlu penyesuaian program untuk mengoptimalkan gerakan motor servo berdasarkan identifikasi warna terbesar. Beberapa faktor seperti flash kamera dan kompleksitas program dapat memengaruhi deteksi warna, mengakibatkan keterlambatan pada tampilan gambar dan proses kinerja alat.

Kata Kunci: Sortir Warna, Python, ESP32-CAM, HSV

Penulis Korespondensi:

Bayu Aji Segara,
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Cenderawasih,
Email: bayuajisegaraa.a9i8@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Dengan terus berkembangnya teknologi, industri proses juga mengalami kemajuan signifikan. Pemanfaatan berbagai jenis teknologi pada setiap tahap proses industri menjadi krusial, mengingat permintaan yang tinggi

terhadap beragam produk, baik yang bersifat pokok maupun tambahan. Hal ini memperlihatkan pentingnya teknologi dalam meningkatkan kualitas produk dan mencapai efisiensi biaya serta waktu yang optimal.

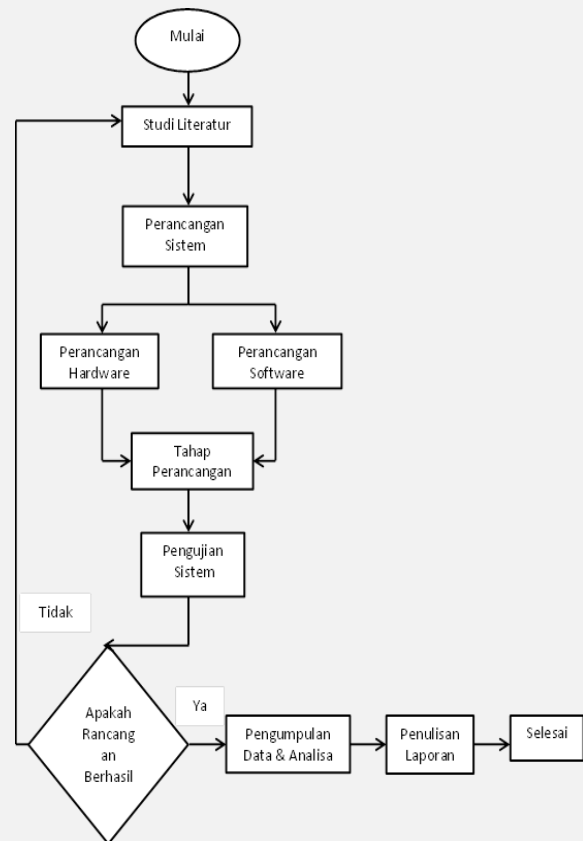
Inovasi teknologi dalam industri proses khususnya terlihat pada proses pemisahan dan pengurutan produk berdasarkan kriteria tertentu. Adanya kemungkinan produk tidak sesuai standar (produk cacat) menuntut suatu proses pemisahan yang tidak hanya mengandalkan tenaga manusia, karena hal ini dapat memakan banyak waktu. Salah satu sistem yang digunakan untuk pengurutan produk dalam industri adalah berdasarkan berat produk.

Selain kemampuan otomatisasi yang dimiliki oleh sistem tersebut, monitoring atau pemantauan berkelanjutan menjadi penting untuk memastikan kualitas dan jumlah produk yang dihasilkan tetap terkendali. Sistem pemantauan yang efektif adalah yang mampu memberikan informasi tentang situasi atau kondisi di area pengendalian secara berkala. Implementasi sistem pemantauan otomatis untuk mengklasifikasikan produk berdasarkan warna dapat diwujudkan dengan menggabungkan modul kamera ESP32-CAM dengan board Arduino Uno.

Dalam konteks permasalahan yang diuraikan, langkah strategis untuk mengurangi kesalahan dalam proses pemilahan produk adalah dengan merancang sebuah prototipe. Prototipe ini dirancang untuk mampu mengkategorikan produk berdasarkan kriteria warna. Pada tugas akhir ini, pengembangan prototipe akan dilakukan dengan memanfaatkan modul ESP32-CAM, yang memiliki keunggulan utama yaitu kemampuan mendeteksi berbagai jenis warna, melampaui batasan warna RGB.

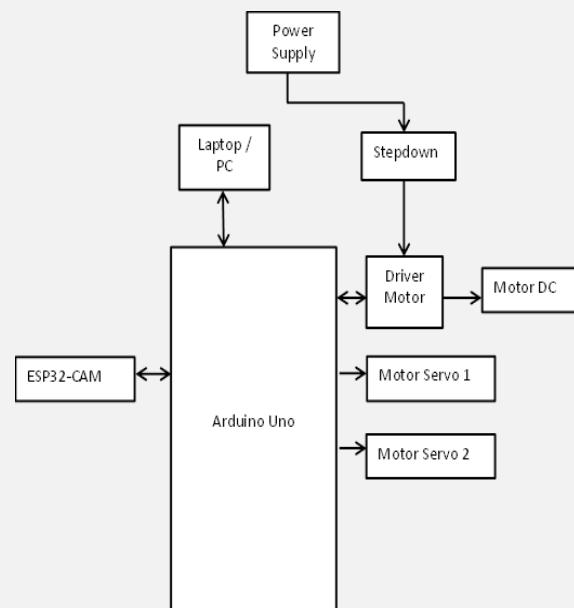
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini melibatkan tujuh tahapan kunci, meliputi studi literatur, perancangan sistem, rancangan perangkat lunak, rancangan perangkat keras, implementasi, pengujian, dan analisis data. Jika data yang diperoleh tidak sesuai dengan perancangan awal, maka dilakukan perulangan dari tahap studi literatur untuk memastikan konsistensi dan kesesuaian data dengan parameter yang telah ditetapkan.



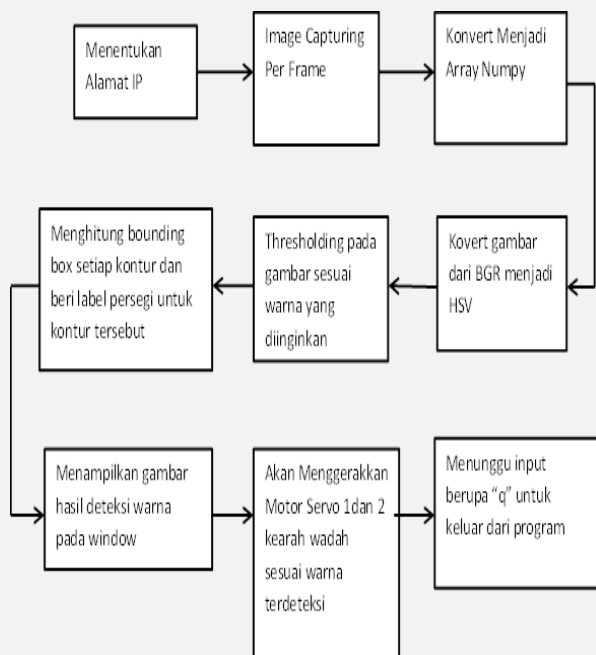
Gambar 1. Alur Penelitian

Komponen – komponen yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini, dimana komponen utamanya adalah sebagai berikut



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Untuk menjelaskan cara kerja alat, dapat digunakan sebuah diagram alir atau flowchart. Flowchart ini akan menggambarkan langkah-langkah secara visual dan terurut yang dilakukan oleh alat untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

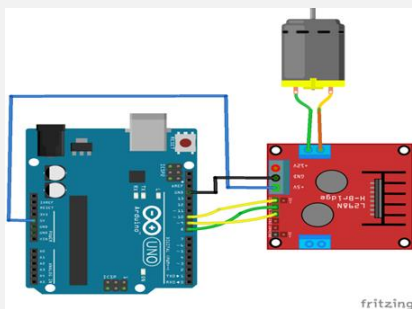


Gambar 3. Cara Kerja Rangkaian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Motor DC

Pengujian Motor DC dilakukan dengan memasukkan program perintah sederhana ke dalam Arduino Uno menggunakan software Arduino IDE. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa Arduino yang digunakan dalam penelitian tidak mengalami kerusakan dan dapat mengeksekusi program dengan baik, khususnya dalam mengendalikan Motor DC dengan driver motor L298N.



Gambar 4. Rangkaian Arduino Uno dengan Motor DC

Pada rangkaian ini, I/O (+) Arduino Uno dihubungkan ke I/O (+) Motor Driver, sedangkan I/O (-) Arduino Uno dihubungkan ke I/O (-) Motor Driver. Selanjutnya, I/O PWM 10

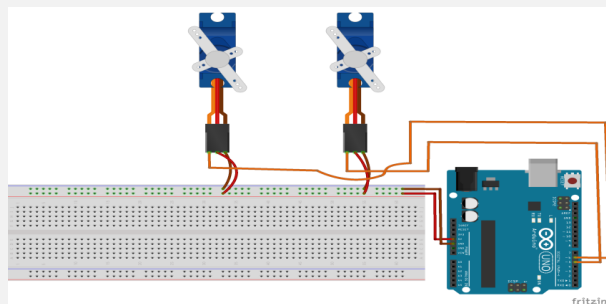
Arduino Uno dihubungkan ke I/O EN1 Motor Driver, I/O PWM 9 Arduino Uno dihubungkan ke I/O IN2 Motor Driver, dan I/O 8 Arduino Uno dihubungkan ke I/O IN1 Motor Driver.

Tabel 1. Jumlah Gangguan/Tahun dan TTF

Percobaan	Hasil Pengujian Motor DC
1	Sukses Ter-Upload
2	Sukses Ter-Upload
3	Sukses Ter-Upload
4	Sukses Ter-Upload

3.2 Pengujian Motor Servo

Pada pengujian Arduino Uno untuk mengendalikan 2 motor servo, langkah-langkah di bawah ini dapat diikuti. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa Arduino Uno dapat mengontrol motor servo dengan baik tanpa mengalami kerusakan pada eksekusi program. Berikut adalah perangkat dan langkah-langkah pada prosedur pengujian:



Gambar 5. Rangkaian Arduino Uno dengan 2 Motor Servo

Pada rangkaian ini, I/O 5V Arduino Uno dihubungkan ke I/O VCC Motor Servo (1 dan 2), sementara I/O GND Arduino Uno dihubungkan ke I/O GND Motor Servo (1 dan 2). Selanjutnya, I/O Digital 9 Arduino Uno dihubungkan ke I/O PWM Motor Servo 1, dan I/O Digital 10 Arduino Uno dihubungkan ke I/O PWM Motor Servo 2.

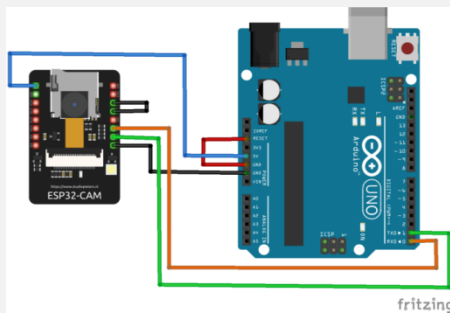
Tabel 1 Tabel Pengujian 2 Motor Servo

Percobaan ke	Motor Servo 1	Motor Servo 2
1	Sukses	Sukses
2	Sukses	Sukses
3	Sukses	Sukses
4	Sukses	Sukses

3.3 Pengujian ESP32-CAM

Pengujian ESP32-CAM menggunakan Arduino Uno dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat tidak mengalami kerusakan dan dapat menjalankan program dengan baik. Berikut adalah langkah-langkah pada prosedur

pengujian ESP32-CAM dengan Arduino Uno, serta alat yang digunakan:



Gambar 6. Rangkaian Arduino Uno dengan ESP32-CAM

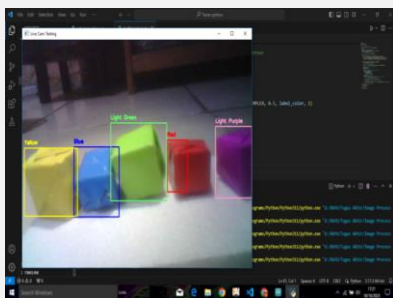
Dalam rangkaian ini, pin Tx ESP32CAM terhubung ke pin Rx Arduino Uno. Selanjutnya, pin Rx ESP32CAM dihubungkan ke pin Tx Arduino Uno. Kemudian, pin 5V ESP32CAM terhubung ke pin 5V Arduino Uno, dan pin GND ESP32CAM dihubungkan ke pin GND Arduino Uno. Untuk mengatur ulang (reset) Arduino Uno, pin RESET dihubungkan dengan pin GND Arduino Uno. Selain itu, pin GPIO ESP32-CAM juga dihubungkan dengan pin GND ESP32-CAM.

Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian ESP32-CAM Mendapatkan Alamat IP

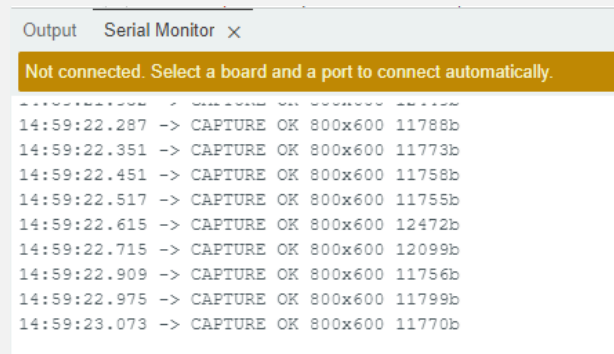
Percobaan	Hasil Pengujian ESP32-CAM
1	Alamat IP berhasil diperoleh
2	Alamat IP berhasil diperoleh
3	Alamat IP berhasil diperoleh
4	Alamat IP berhasil diperoleh

3.4 Pengujian Color Recognition Menggunakan ESP32-CAM Dengan Library OpenCV

Pada pengujian kali ini ESP32-CAM berperan sebagai modul kamera yang fungsinya untuk mengenali warna yang ingin dideteksi. Oleh karena itu perlu beberapa hal yang perlu disetting agar modul kamera bisa berjalan dengan baik saat program color recognition berjalan. Berikut adalah langkah – langkah dan kode program untuk memprogram ESP32-CAM sebagai color recognition.



Gambar 7. Hasil Gambar ESP32-CAM Pada Saat Mendeteksi 5 Warna Dalam Satu Frame



Gambar 8. Hasil Serial Monitor Pada Saat ESP32-CAM Menangkap Gambar

Pada Gambar 8, setiap modul ESP32-CAM berhasil menangkap gambar pada setiap frame, ditandai dengan pesan "CAPTURE OK" di serial monitor. Gambar yang berhasil ditangkap kemudian ditampilkan di serial monitor untuk pemantauan lebih lanjut.

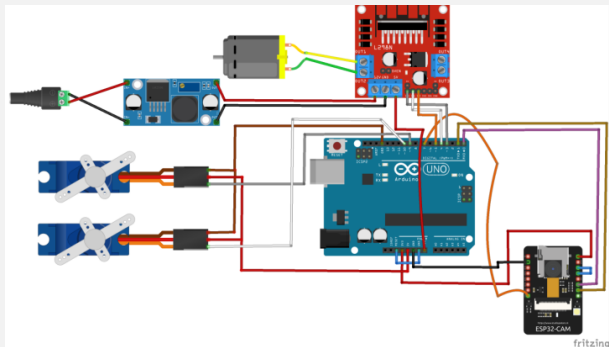
Deteksi warna dilakukan dengan memanfaatkan representasi warna dalam ruang warna HSV dan menentukan rentang warna yang dianggap sebagai warna yang ingin dideteksi. Proses ini bergantung pada representasi warna tersebut dan pengaturan ambang batas warna sebelumnya, tanpa melibatkan rumus matematika khusus.

Meskipun terdapat kendala terkait kualitas gambar dan flash kamera, program ini berhasil mengidentifikasi warna dengan baik. Kualitas gambar yang kurang optimal dan pantulan objek berwarna dapat memengaruhi deteksi warna, namun secara keseluruhan, proses pencitraan digital berjalan dengan baik. Program memberikan output gambar dan informasi yang cukup baik pada serial monitor, menunjukkan kemampuan yang memadai dalam mendeteksi dan memvisualisasikan objek berdasarkan warna. Dengan beberapa penyesuaian atau pemrosesan lebih lanjut, dapat ditingkatkan ketahanan terhadap gangguan visual yang mungkin terjadi akibat kondisi pencahayaan atau kualitas gambar yang kurang optimal.

3.5 Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan ESP32-CAM dalam mendeteksi warna dan memeriksa dampak deteksi warna terhadap pergerakan motor servo dan motor DC yang terhubung dengan Arduino. Metode pengujian ini melibatkan ESP32-CAM dalam pengambilan gambar secara berkala, penerapan algoritma deteksi warna menggunakan OpenCV, dan observasi respons motor servo terhadap

hasil deteksi warna saat motor DC berputar. Tujuan utama adalah untuk mengukur efektivitas dan keakuratan deteksi warna serta mengamati bagaimana respons motor servo dapat disesuaikan berdasarkan informasi yang diperoleh dari deteksi warna tersebut.



Gambar 9. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Dalam pengujian ini, berbagai metode pengambilan data akan dilibatkan, termasuk variasi posisi kamera dan evaluasi tingkat ketelitian program dalam mendeteksi warna. Situasi yang mungkin membingungkan program, seperti adanya warna yang dapat mengganggu proses identifikasi, juga akan dievaluasi.

Tabel 4 Tabel Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Percobaan	Warna	Kontrol Servo		Status Motor
		Posisi kamera (Atas)	Posisi kamera (Samping)	
1	Merah	Putar S2 ke 25°	Putar S2 ke 25°	Bergerak
2		Putar S2 ke 25°	Putar S2 ke 25°	
3		Putar S2 ke 25°	Putar S2 ke 25°	
1	Biru	Putar S1 ke 33°	Putar S1 ke 33°	Bergerak
2		Putar S1 ke 33°	Diam	
3		Putar S1 ke 33°	Diam	
1	Ungu	Putar S2 ke 25°	Diam	Bergerak
2		Putar S2 ke 25°	Putar S2 ke 25°	
3		Putar S2 ke 25°	Diam	
1	Kuning	Putar S1 ke 33°	Diam	Bergerak
2		Diam	Diam	
3		Putar S1 ke 33°	Diam	
1	Hijau	Selalu	Selalu	Bergerak
2		Selalu	Selalu	
3		Selalu	Selalu	

Berdasarkan hasil pengujian seperti yang tercantum dalam Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa posisi kamera dan objek memiliki dampak signifikan terhadap pergerakan motor

servo yang terkait dengan deteksi warna. Dalam pengamatan, ditemukan dua kondisi pada motor servo. Pertama, kondisi diam menunjukkan kegagalan program dalam mendeteksi objek secara memadai, menyebabkan servo tetap tidak bergerak. Kedua, kondisi selalu mencerminkan bahwa program selalu mendeteksi objek dalam setiap frame, menyebabkan motor servo bergerak bahkan sebelum objek terdeteksi secara akurat.

Posisi objek dan kondisi pencahayaan kamera memainkan peran penting dalam mendapatkan hasil yang diinginkan. Beberapa warna, saat terdeteksi, dapat memantulkan flash kamera, membingungkan program dalam menentukan warna dominan. Warna dasar seperti hijau dan biru cenderung selalu terdeteksi karena pengaruh pencahayaan kamera. Untuk warna merah, disarankan mengatur latar belakang putih agar objek dapat terdeteksi lebih baik.

4. PENUTUP

Pada kesimpulan penelitian ini, peneliti dapat menyimpulkan beberapa hal. Pertama, desain sistem monitoring untuk mesin pemilah produk berdasarkan warna dapat menggunakan ESP32-CAM sebagai kamera yang efektif untuk mendeteksi warna dan juga terintegrasi dengan Arduino Uno. Kedua, pemrograman ESP32-CAM untuk deteksi warna memanfaatkan library OpenCV untuk mengidentifikasi warna dengan tingkat akurasi yang tinggi. Ketiga, tingkat keberhasilan komunikasi data antara Arduino Uno dan ESP32-CAM berjalan dengan baik, terutama dalam mengontrol motor berdasarkan deteksi warna, meskipun terdapat sedikit keterlambatan (delay) saat menampilkan output gambar dari ESP32-CAM dan pergerakan motor servo pada saat mendeteksi warna.

Dengan demikian, prototipe mesin pemilah produk berdasarkan warna dengan menggunakan ESP32-CAM dan Arduino Uno telah sukses dalam desain, pemrograman, dan komunikasi data, menunjukkan potensi penggunaan dalam aplikasi pemilahan produk berbasis warna.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut adalah saran untuk penelitian selanjutnya. Pertama, disarankan untuk menggunakan modul kamera yang lebih unggul untuk meningkatkan kualitas hasil gambar yang diambil serta memastikan pencahayaan yang memadai agar kamera dapat mendeteksi warna dengan lebih akurat. Kedua, sesuaikan

parameter pergerakan motor pada Arduino Uno berdasarkan karakteristik produk dan kecepatan pemilahan yang diinginkan untuk meningkatkan efisiensi operasional. Ketiga, perbarui algoritma pada ESP32-CAM untuk memperluas kemampuan identifikasi dengan mempertimbangkan karakteristik selain warna sebagai titik acuan. Modifikasi program sehingga ESP32-CAM secara langsung dapat mengidentifikasi warna tanpa perlu melibatkan proses identifikasi pada laptop, di mana laptop hanya berfungsi sebagai antarmuka visual untuk menampilkan hasil identifikasi warna dari kamera ESP32-CAM. Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan prototipe mesin pemilah produk berdasarkan warna dapat mencapai performa yang lebih optimal dan dapat diandalkan dalam konteks aplikasi pemilahan produk berbasis warna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI PENYORTIRAN PRODUK."
- [2] S. Wulandari dan B. Satria, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Arduino Uno Berbasis IoT (Internet Of Things)," *Paradig. - J. Komput. dan Inform.*, vol. 23, no. 1, Mar 2021, doi: 10.31294/p.v23i1.9861.
- [3] Susanto A, Safari I, dan Kusumah H, "Alat penghitung jumlah lembar kertas berbasis internet of things menggunakan infra red pada PT Indah Kiat," *Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 1, no. 2, hal. 1–6, 2018.
- [4] Normah, B. Rifai, S. Vambudi, dan R. Maulana, "Analisa Sentimen Perkembangan Vtuber Dengan Metode Support Vector Machine Berbasis SMOTE," *J. Tek. Komput. AMIK BSI*, vol. 8, no. 2, hal. 174–180, 2022, doi: 10.31294/jtk.v4i2.
- [5] A. Vardila Wati dan J. Sardi, "Pembacaan RGB Warna Terhadap Lima Warna yang Berbeda pada Sensor TCS34725," vol. 4, no. 1, hal. 84–90, 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i1.352.
- [6] A. D. B. Tarigan dan I. Setiono, "Rancang Bangun Sistem Kendali Alat Penyortir Barang Berwarna Merah Dan Hijau Dengan Sensor Tcs230 Berbasis Plc Schneider," *Gema Teknol.*, vol. 20, no. 1, hal. 17, 2018, doi: 10.14710/gt.v20i1.21078.
- [7] I. T. Padang, S. Amalia, R. Andari, dan A. Saputra, "Perancangan Sistem Penyortiran Barang Berdasarkan Berat Berbasis Mikrokontroler ATmega328," vol. 11, no. 1, 2022.
- [8] L. F. R. Simanjuntak, marno, dan R. Hanifi, "Rancang bangun sistem penyortir dan penghitung lele sangkal berbasis IoT Design and Build an IoT-Based Catfish Sorter and Counter System," *J. Terap. Tek. Mesin*, vol. 4, no. April, hal. 48–58, 2023, doi: 10.37373/jttm.v4i1.355.
- [9] R. H. Hutabarat, S. R. Sulistiyan, E. Nasrullah, dan A. M. Avr, "111-Article Text-144-1-10-20140704."
- [10] R. Bangun et al., "JTEV (JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL)," [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/index>.
- [11] Nahnu Afrianto, "Air Conditioner (Ac) Portable Dengan Peltier Yang Dikontrol Menggunakan Smartphone Berbasis Arduino," *J. Ilm. Tek. Elektro*, hal. 6–33, 2019.
- [12] Wahyu Baskoro, "BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64," *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, vol. 1, no. 69, hal. 5–24, 2018.
- [13] M. Nazif, "Penggunaan sensor gas MQ-2 dan sensor suhu DS18B20 sebagai parameter pendeteksi kebakaran," *Pengguna. Sens. gas MQ-2 dan Sens. suhu DS18B20 sebagai Param. pendeteksi kebakaran*, hal. 9–44, 2018.
- [14] Wahidmurni, "Optimasi Glide untuk Docking Polipeptida Fleksibel: Peningkatan Sampel dan Penilaian untuk Akurasi Prediksi Posisi yang Lebih Baik," hal. 2588–2593, 2017.
- [15] B. A. B. Ii, "referensi-3_165410157_BAB_II," hal. 5–19, 2017.
- [16] M. Amadri, "Amadri, Moch, 2015," *Libr. Politek. Negeri Bandung*, vol. 1937, hal. 5–45, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/96/jbptppolban-%0Agdl-mochamadri-4787-3-bab2--8.pdf%0A>.
- [17] B. A. B. Ii, D. Teori, dan D. A. N. Tinjauan, "Gambar 2.1 ARDUINO UNO

R3 2.2 Perangkat Lunak Arduino IDE,”
hal. 3–12.

- [18] Fitria, “Sistem Pendeteksi Dan Pengaman Kebocoran Tabung Gas LPG Berbasis Internet Of Things,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, hal. 1689–1699, 2013.