

IMPLEMENTASI SENSOR WARNA UNTUK SISTEM SORTIR DAN PENGISIAN BOTOL OTOMATIS BERBASIS PLC DAN ESP32

Muharram Khadafi¹, Iskandar Lutfi², Johansyah Al Rasyid³

Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Sriwijaya ^{1,2,3}

Email: muharomkhadafi@gmail.com¹, lutfiiskandar@gmail.com², johansyah@polsri.ac.id³

Informasi	Abstract
Volume : 2 Nomor : 11 Bulan : November Tahun : 2025 E-ISSN : 3062-9624	<i>This research aims to develop an automated bottle filling and sorting system based on the TCS3200 color sensor, ESP32, and PLC. The system is designed to detect the label color of the bottle to determine the type of liquid to be filled either orange or lychee flavored drink and to automatically sort the bottles into the appropriate lanes. The automation process includes proximity sensors for bottle detection, a motor pump for liquid filling, and servo motors for sorting. Test results show that the system accurately detects colors and performs filling and sorting processes effectively, with a success rate of over 90%. However, some issues occurred in the capping and sorting stages due to mechanical or communication errors. This study demonstrates that the integration of ESP32, PLC, and color sensors offers an efficient and accurate solution for drink bottle production processes.</i> Keyword: Color sensor, ESP32, PLC, Automation, Bottle filling

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatisasi pengisian dan pemilahan botol berbasis sensor warna TCS3200, ESP32, dan PLC. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi warna label pada botol guna menentukan jenis cairan yang akan diisi, yakni minuman berperisa jeruk dan leci, serta memisahkan botol secara otomatis ke jalur yang sesuai. Proses otomatisasi mencakup pendeteksian botol oleh sensor proximity, pengisian cairan oleh motor pump, dan pemilahan berdasarkan warna oleh motor servo. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi warna dengan akurasi tinggi, serta menjalankan pengisian dan pemilahan secara efektif dengan tingkat keberhasilan lebih dari 90%. Meski demikian, masih ditemukan beberapa kendala pada mekanisme penutupan dan pemilahan botol akibat gangguan mekanis atau komunikasi data. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi antara ESP32, PLC, dan sensor warna memberikan solusi efisien dan akurat dalam proses produksi industri minuman.

Kata Kunci: Sensor warna, ESP32, PLC, Otomatisasi, Pengisian botol

A. PENDAHULUAN

Dunia Industri pada saat ini telah mengalami perkembangan yang begitu besar, dilihat dari penggunaan alat-alat dengan teknologi yang membantu dalam melaksanakan aktifitas produksi[1]. Dari beberapa bagian sistem produksi ini beberapa diantaranya dapat dilakukan perancangan sebuah otomatisasi. Otomatisasi dilakukan guna memperkecil terjadinya kesalahan dalam proses produksi. Salah-satu contoh penerapan otomatisasi dalam sebuah proses produksi adalah implementasi sistem pengisian cairan botol dan pengemasan tutup

botol[2]. Mesin pengisian air otomatis yang dapat digunakan untuk mengemas minuman secara praktis dan mudah sebagai solusi tepat dalam mengatasi segala problem. Banyak masyarakat yang saat ini masih memproduksi dan berkembang bahkan sampai menambah dan mengolah rasa pada air tersebut sesuai banyaknya permintaan dan kesukaan manusia[3]. Salah satu contoh industri yang memerlukan efisiensi waktu dan tenaga adalah industri produk minuman. Penggunaan sistem kontrol untuk pengisian cairan kedalam botol dengan waktu yang cepat, sangat diperlukan mengingat permintaan produk dipasaran[4].

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Dhea Roatul Adawiyah telah dibuat sistem pengisian air ke botol secara otomatis menggunakan PLC schneider twdlcae40drf. Dimana botol yang telah disiapkan akan dilakukan pengisian air menggunakan motor pump.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka penulis akan melakukan pengembangan pada sistem pengisian air otomatisnya, supaya sistemnya tidak hanya mampu mengisi air ke botol akan tetapi dapat mengisi jenis cairan yang berbeda yaitu minuman berperisa jeruk dan leci. Pada industri pengisian air kedalam botol dengan beragam warna label, penyortiran akan terasa lama jika menggunakan tenaga manusia. Oleh sebab itu perlu dilakukan penyortiran secara otomatis. Varian warna label dapat dipilih sesuai warna label tersebut[5]. Dengan cara mendeteksi label pada botol yang dideteksi oleh sensor warna TCS3200. Kemudian pada akhir dari sistem ini terdapat klasifikasi botol berdasarkan jenis cairan yang ada didalam nya.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem pengisian botol otomatis berbasis PLC dapat meningkatkan produktifitas pengisian minuman pada botol. Diadakannya pengembangan terhadap penelitian sebelumnya dengan menambahkan jenis cairan dan sistem sortir nya. Dibutuhkan beberapa komponen tambahan

2.1 PLC

Programmable Logic Controller (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (user-friendly) dengan berbagai jenis dan kesulitan fungsi kontrol. Pengontrol logika yang dapat diprogram sebagai sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan dirancang untuk digunakan dalam lingkungan industri, di mana sistem tersebut menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan internal instruksi yang melakukan fungsi tertentu seperti Logika, urutan, operasi waktu, penghitungan, dan aritmatika yang mengontrol mesin atau proses melalui modul I/O digital atau analog[6].

Gambar 1. PLC schneider twdlcae40drf [6]



2.2 Sensor TCS3200

Sensor warna adalah sensor penginderaan warna digital pemancar cahaya RGB. Dengan mengurangi komponen spektrum IR dari cahaya yang masuk dengan filter pemblokiran IR yang dimasukkan ke dalam chip dan ditetapkan ke sensor warna, hasil yang benar dapat diperoleh. Sensitivitas yang tinggi dan filter pemblokiran IR menjadikan sensor ini ideal digunakan dalam kondisi cahaya yang lemah sekalipun[7].

Pada prinsipnya pembacaan warna pada TCS 3200 dilakukan secara bertahap yaitu membaca frekuensi warna dasar secara simultan dengan cara memfilter pada tiap warna dasar. Untuk itu diperlukan sebuah pengaturan atau pemrograman untuk memfilter tiap-tiap warna tersebut[8].

Gambar 2. Sensor TCS 3200 [7]



2.3 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau actuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di-set-up atau diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari proses output motor. Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo.[2]

Gambar 3. Motor Servo[2]



2.4 Sensor Proximity Infrared

Sensor Proximity atau sensor kedekatan adalah sensor elektronik yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek atau material dalam jarak dekat. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip gelombang elektromagnetik, sehingga dapat mendeteksi objek tanpa perlu kontak fisik langsung[9].

Gambar 2. Sensor Proximity Infrared [9]

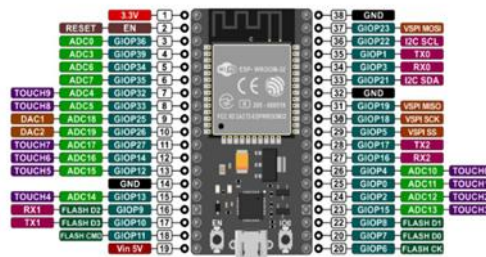


Fungsi utama dari sensor proximity adalah untuk mengukur jarak, posisi, atau pergerakan objek yang berada di sekitarnya. Sensor ini biasanya memanfaatkan sinyal listrik atau gelombang elektromagnetik, seperti inframerah, ultrasonik, atau medan elektromagnetik untuk mendeteksi keberadaan suatu objek. Saat sebuah objek berada dalam jangkauan sensor, sinyal elektromagnetik yang dipancarkan akan dipantulkan atau mengalami perubahan, lalu diterima kembali oleh sensor. Perubahan sinyal tersebut kemudian diubah menjadi informasi yang menunjukkan adanya objek di dekat sensor.

2.5 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan merupakan generasi lanjutan dari ESP8266. Salah satu keunggulan utama dari ESP32 adalah sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Bluetooth, sehingga sangat memudahkan dalam membangun sistem Internet of Things (IoT) dengan koneksi nirkabel.[10]

Gambar 5. ESP 32 [10]



2.6 Motor Pump

Pompa air dimaknai sebagai peralatan yang berfungsi untuk menyalurkan fluida atau cairan ke berbagai tempat lainnya dengan menggunakan pipa atau saluran disertai dukungan tenaga listrik guna mendorong air agar bisa dialirkan secara terus-menerus[3].

Gambar 6. Motor Pump [3]



2.7 Relay

Relay merupakan salah satu komponen elektronik yang berfungsi sebagai sakelar atau pengendali yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik. Relay bekerja dengan memanfaatkan sinyal listrik dari suatu sumber untuk mengatur atau mengaktifkan serta memutus aliran listrik pada sumber lain [13]. Komponen ini umumnya terdiri dari dua bagian utama, yaitu kumparan (coil) dan sakelar (switch). Kumparan berperan sebagai elektromagnet yang mengaktifkan mekanisme sakelar, sedangkan sakelar berfungsi untuk mengalihkan arus listrik dari satu jalur ke jalur lainnya[11].

Gambar 7. Relay [11]



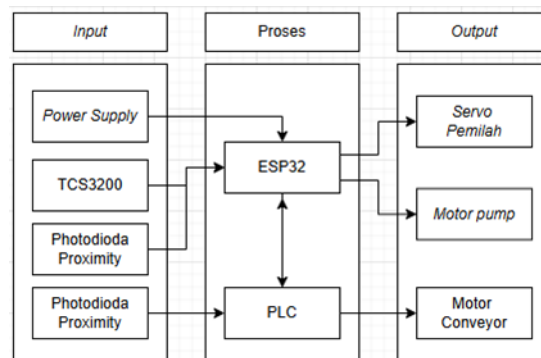
B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) untuk mengembangkan sistem pengisian otomatis yang tidak hanya mampu mengisi air, tetapi juga dua jenis cairan berbeda, yaitu minuman berperisa jeruk dan leci. Sistem ini dikembangkan dengan memanfaatkan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi label pada botol, yang kemudian digunakan sebagai acuan dalam menentukan jenis cairan yang akan diisi. Langkah-langkah dalam metode R&D dimulai dari identifikasi masalah, yaitu keterbatasan sistem sebelumnya yang hanya mendukung satu jenis cairan. Selanjutnya dilakukan studi literatur guna mengkaji teknologi yang relevan serta mengambil referensi dari jurnal sebelumnya, seperti jurnal Ara dan T.A. Aulya. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem, yang mencakup desain alur kerja pengisian cairan dan klasifikasi botol menggunakan ESP32 dan PLC. Setelah perancangan selesai, dilakukan pembuatan prototipe dan uji coba untuk menguji akurasi sistem dalam mendeteksi label, mengisi cairan yang sesuai, dan mengklasifikasikan botol.

3.1 BLOK DIAGRAM

Sistem ini bekerja dengan pendekatan Input-Proses-Output dan dirancang untuk menyortir serta mengisi botol secara otomatis.

Gambar 7. Blok Diagram



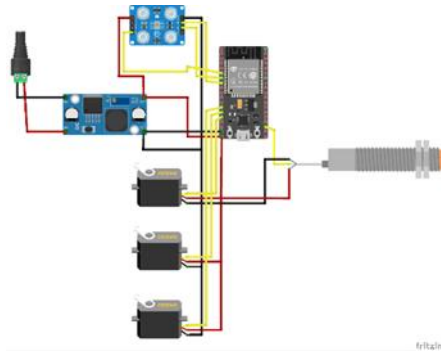
Pada tahap input, sistem menggunakan power supply sebagai sumber daya utama, sensor warna TCS3200 untuk membaca warna botol, dan dua sensor proximity untuk mendeteksi keberadaan serta posisi botol di jalur produksi. Proses pengendalian dilakukan oleh dua kontroler: ESP32 dan PLC. ESP32 bertugas mengontrol servo pemilah berdasarkan data warna botol, sekaligus mengirimkan informasi ke PLC. Sementara itu, PLC menjadi pusat kendali utama yang mengatur jalannya conveyor dan proses pengisian botol. Di tahap output, servo pemilah akan mengarahkan botol ke jalur yang sesuai, dan motor conveyor memastikan botol bergerak otomatis. Secara keseluruhan, sistem ini memungkinkan proses penyortiran

dan pengisian botol berjalan lebih cepat, teratur, dan minim sentuhan manual.

3.2 RANGKAIAN ELEKTRIKAL

Sistem ini menggunakan adaptor sebagai sumber daya utama, yang kemudian diturunkan dari 12V menjadi 5V menggunakan modul regulator buck LM2596 agar sesuai dengan kebutuhan komponen seperti ESP32, sensor, dan aktuator. Tiga buah servo motor digunakan untuk memilah dan memindahkan botol sesuai kategori berdasarkan warna yang dideteksi oleh sensor TCS3200. Selain itu, terdapat sensor proximity inframerah yang memantau tinggi air dalam botol untuk memastikan pengisian sesuai kapasitas. Semua data dari sensor diproses oleh ESP32, yang mengatur kerja sistem secara keseluruhan. Dengan pengaturan ini, proses identifikasi, pengisian, dan pemilahan botol menjadi lebih cepat, presisi, dan minim intervensi manusia.

Gambar 8. Rangkaian Elektrikal



C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat ini merupakan sistem otomatisasi pengisian dan pemilahan botol berbasis sensor warna TCS3200, PLC, dan ESP32. Alat ini berfungsi untuk mendeteksi warna kemasan botol, menentukan jenis cairan yang akan diisi, serta memisahkan botol ke jalur yang sesuai secara otomatis. Dengan memanfaatkan conveyor, sensor proximity, motor pump, dan motor servo, alat ini mampu meningkatkan kecepatan dan akurasi dalam proses pengisian, sekaligus mengurangi keterlibatan operator sehingga lebih efisien dan mengurangi potensi kesalahan manusia.

Gambar 9. Hasil Rangkaian



4. 1 Pengujian Sensor IR

Sensor IR yang digunakan pada sistem ini memiliki fungsi penting untuk mendeteksi keberadaan botol sebelum dilakukan pengisian cairan. Dari data uji coba, dapat dilihat bahwa pada jarak hingga 12 cm, baik IR untuk Arduino maupun IR untuk PLC masih mampu mendeteksi objek (botol). Namun, mulai jarak 13 cm, sensor IR pada PLC sudah tidak mampu mendeteksi, sedangkan IR untuk Arduino masih bisa. Pada jarak 16 cm, keduanya tidak mendeteksi sama sekali.

Tabel 1. Pengujian Jarak Sensor IR

Jarak(cm)	IR untuk Arduino	IR untuk PLC
2	Terdeteksi	Terdeteksi
4	Terdeteksi	Terdeteksi
6	Terdeteksi	Terdeteksi
8	Terdeteksi	Terdeteksi
10	Terdeteksi	Terdeteksi
12	Terdeteksi	Terdeteksi
14	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
16	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi

Hal ini menunjukkan bahwa sensor IR memiliki batas jarak deteksi optimal sekitar 12 cm, sehingga sangat efektif jika ditempatkan dekat dengan posisi pengisian botol. Penempatan sensor IR pada jarak dekat memastikan bahwa botol benar-benar berada pada posisi yang tepat sebelum proses pengisian dimulai. Dengan demikian, sistem dapat mencegah kesalahan pengisian (misalnya cairan tumpah atau botol tidak terisi).

Selain itu, hasil pengujian juga memperlihatkan bahwa IR untuk Arduino memiliki sensitivitas yang sedikit lebih tinggi dibanding IR untuk PLC, karena masih dapat mendeteksi pada jarak 13 cm. Namun, demi keakuratan dan sinkronisasi, dalam aplikasi nyata sebaiknya tetap disamakan jarak deteksi maksimal di sekitar 10–12 cm untuk kedua sistem.

4. 2 Percobaan Step By Step Proses

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sebanyak sepuluh kali percobaan, dapat disimpulkan bahwa proses pengisian cairan menunjukkan keberhasilan yang sangat baik, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pendeteksian warna menggunakan sensor TCS3200 dan sistem pompa berjalan dengan optimal, sehingga botol berhasil diisi dengan jenis cairan yang sesuai berdasarkan warna kemasan. Namun, pada proses penutupan botol terdapat dua kali kegagalan, yaitu pada percobaan ke-3 dan ke-8. Kegagalan ini kemungkinan disebabkan oleh ketidaktepatan posisi

botol pada saat penutupan, atau adanya gangguan mekanis pada aktuator penutup seperti solenoid atau motor pemutar tutup botol yang tidak bergerak dengan sempurna.

Tabel 2. Hasil Simulasi Pengujian Proses

No	Proses pengisian Cairan	Proses penutupan botol	Proses Pemilahan
1	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	Berhasil	Gagal	Berhasil
4	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	Berhasil	Berhasil	Gagal
6	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Sementara itu, pada proses pemilahan botol, terdapat satu kali kegagalan, yaitu pada percobaan ke-5. Kegagalan ini diduga terjadi akibat gangguan pada mekanisme servo pemilah, misalnya macet atau terjadi kesalahan komunikasi data warna antara sensor TCS3200 dan mikrokontroler ESP32. Secara umum, sistem pemilahan botol sudah berjalan dengan baik karena mampu mengarahkan botol ke jalur yang sesuai berdasarkan warna kemasan, yang menunjukkan bahwa integrasi antara deteksi warna dan kontrol aktuator telah berfungsi sebagaimana direncanakan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, alat ini telah bekerja dengan efektif dalam mengotomatiskan proses pengisian cairan, penutupan botol, dan pemilahan botol sesuai warna kemasan. Namun, masih diperlukan penyempurnaan pada bagian mekanik, terutama di aktuator penutup dan sistem pemilah, untuk meningkatkan keandalan alat dan meminimalkan potensi kesalahan yang dapat terjadi pada tahap akhir proses produksi.

4. 3 Proses Pembacaan Warna

Berdasarkan data hasil percobaan yang telah dilakukan sebanyak tujuh kali, dapat dilihat bahwa sistem sensor warna TCS3200 mampu mendeteksi nilai intensitas warna merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue) pada setiap botol dengan cukup konsisten. Pada percobaan dengan botol berwarna merah (percobaan ke-1, ke-3, ke-6, dan ke-7), nilai intensitas merah tercatat cukup tinggi, yaitu berkisar antara 220 hingga 240. Nilai hijau dan biru pada botol merah cenderung lebih rendah, masing-masing berada di kisaran 60–70 untuk hijau dan 50–60 untuk biru. Hal ini menunjukkan bahwa sensor berhasil mengidentifikasi dominansi warna merah dengan baik.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Warna

Percobaan	Warna Botol	Red	Green	Blue
1	Merah	230	60	50
2	Biru	50	80	230
3	Merah	220	70	60
4	Biru	55	90	220
5	Merah	230	60	50
6	Biru	60	100	210
7	Merah	240	65	55
8	Merah	235	70	60

Sementara itu, pada percobaan botol berwarna biru (percobaan ke-2, ke-4, dan ke-5), nilai intensitas biru terdeteksi sangat tinggi, berkisar antara 210 hingga 230. Nilai intensitas hijau relatif sedang (80–100), dan nilai merah terdeteksi rendah, yaitu sekitar 50–60. Pola pembacaan ini konsisten menunjukkan bahwa sensor mampu mengenali botol berwarna biru dengan akurasi yang cukup tinggi, dan membedakannya dengan botol berwarna merah.

Secara umum, perbedaan signifikan pada nilai intensitas ketiga komponen warna (RGB) inilah yang menjadi dasar bagi sistem untuk mengklasifikasikan botol ke dalam kategori warna yang tepat. Keberhasilan pembacaan sensor ini sangat penting, karena menjadi parameter utama dalam menentukan jenis cairan yang akan diisi ke dalam botol serta jalur pemilahan akhir. Hasil yang konsisten ini juga memperlihatkan bahwa sensor TCS3200 sudah berfungsi dengan baik dan mampu mendeteksi warna kemasan botol secara akurat, sehingga mendukung proses otomatisasi pengisian dan pemilahan botol secara keseluruhan.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut: Sistem otomatisasi pengisian dan pemilahan botol berbasis sensor warna TCS3200, ESP32, dan PLC berhasil dikembangkan dan mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi warna label botol, menentukan jenis cairan yang akan diisi, serta memisahkan botol ke jalur yang sesuai secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan tinggi, yaitu 100% pada proses pengisian cairan, serta lebih dari 90% pada proses pemilahan dan penutupan botol. Beberapa kegagalan disebabkan oleh kendala mekanis seperti posisi botol yang tidak tepat atau gangguan pada aktuatur. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi proses produksi, serta mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Namun, penyempurnaan pada aspek mekanik terutama aktuatur penutup dan pemilah masih diperlukan agar sistem lebih andal dan stabil saat diimplementasikan dalam skala industri.

E. DAFTAR PUSTAKA

- D. Firmansyah et al., "SIMULASI SISTEM KENDALI PENYORTIR BARANG OTOMATIS WARNA DAN NON WARNA MENGGUNAKAN OPTIC DIFFUSE SENSOR YANG BERBASIS PLC GLOFA GM4-PA2A", doi: 10.5281/zenodo.8167030.
- H. Choiri, "Rancangan Pengisian cairan berdasarkan warna botol dengan sensor TCS230." [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/366320521>
- P. Rizky, J. Kusuma, I. Ketut Parti, I. Ketut Darminta, and N. Mudiana, "Kajian penerapan PLC untuk meningkatkan produktivitas proses pengisian air dan penutup botol otomatis," *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, vol. 3, pp. 64–70, 2022, [Online]. Available: <https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>
- R. Ardianto, B. Arifin, and E. N. Budisusila, "Rancang Bangun Sistem Pengisian dan Penutup Botol Otomatis Berdasarkan Tinggi Botol Berbasis Programmable Logic Controller," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 1, p. 114, Jun. 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i1.112194.
- A. Nur Fitri, W. M. Faizal, and J. Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis, "Politeknik Negeri Bengkalis," 2023.
- A. Lumbantoruan, D. Aswan Amran Ritongan, M. Arifin, and P. Studi Teknik Elektro, "Jurnal Mesil (Mesin, Elektro, Sipil,) Desain Analisis Alat Penutup dan Pengunci Tutup Botol Otomatis Berbasis PLC Pada Mesin Filling Bottle," vol. 3, no. 2, pp. 6–10, 2022.
- T. Taali, A. V. Wati, H. Habibullah, and J. Sardi, "Pembacaan RGB Warna Terhadap Lima Warna yang Berbeda pada Sensor TCS34725," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 1, pp. 84–90, Feb. 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i1.352.
- 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, Mar. 2021, doi: 10.31294/p.v23i1.9861.
- I. Lutfi, D. P. Sari, and A. S. Larasati, "Automatic Bottle Closure System Based on Programmable Logic Controller", doi: 10.24036/tip.v15i1.
- D. Anggraini, A. Fery, and R. M. Fajri, "PENYORTIRAN BUAH TOMAT BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN MENGGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200."
- M. Anisah and D. Roatul Adawiyah, "Automatic Bottle Filling System Based on Programmable Logic Controller," 1993.