

RANCANG BANGUN ALAT *MIXING* WARNA CAT OTOMATIS UNTUK UJI APLIKASI PADA PLAT LOGAM BERBASIS ARDUINO

Rio Reyvaldy, Fitria Rahma Suryani, Rizdam Firly Muzakki *

Elektronika Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, Indonesia

Email: rio.reyvaldy.te22@mhs.w.pnj.ac.id, fitria.rahma.suryani.te22@mhs.w.pnj.ac.id,

rizdam.firly.muzakki@elektro.pnj.ac.id*

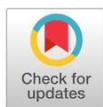
Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima Jul 22, 2025

Direvisi Apr 03, 2026

Disetujui Apr 30, 2026

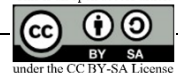


ABSTRACT

The precise mixing of paint colors is crucial in painting industry. This process requires high accuracy and skill in measuring the base colors needed to produce the desired final color. But in most case paint mixing process still be done in a manual way which can pose risks, such as generating inconsistent or inaccurate colors. Based on these conditions this research aims to design paint mixing device to assist in achieving more accurate and efficient color mixing process by using Arduino as the main processor to control paint measurements through integration with TCS-3200 sensors and actuators to improve efficiency and the quality of color mixing based on specific requirements. Result of the tests showed that the device able to perform a promising result, with the average error value of just 9,61%. Several factor which may affect of the results include light ambience condition around the device, paint color calibration, and uniformity in of the paint color used.

Keywords: Arduino UNO; Color mixing; RGB Sensor; TCS-3200

This is an open access article



ABSTRAK

Proses pencampuran warna cat yang presisi sangat penting dalam industri pengecatan. Proses ini memerlukan ketelitian tinggi dan keahlian dalam menakar warna dasar yang dibutuhkan agar menghasilkan warna akhir yang sesuai. Namun kebanyakan proses pencampuran cat masih dilakukan dengan cara manual, dimana masih memiliki risiko menghasilkan warna yang tidak sesuai. Berdasarkan kondisi tersebut penelitian ini bertujuan untuk merancang alat yang dapat mencampur warna cat otomatis untuk membantu dalam mencampur warna dengan lebih akurat dan efisien dengan memanfaatkan Arduino sebagai prosesor yang dapat mengontrol takaran cat secara otomatis dengan mengintegrasikan sensor warna TCS-3200 dan aktuator, untuk meningkatkan efisiensi, serta kualitas pencampuran warna sesuai kebutuhan. Hasil pengujian menunjukkan alat mampu menghasilkan warna output yang cukup menjanjikan, dengan nilai galat rata-rata sebesar 9,61%. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi nilai galat meliputi kondisi cahaya lingkungan di sekitar alat, kalibrasi warna cat, dan keseragaman bahan warna cat yang digunakan.

Kata Kunci: Arduino UNO; Pencampur Warna; Sensor RGB; TCS-3200

Penulis Korespondensi:

Rizdam Firly Muzakki,

Program Studi Elektronika Industri, Jurusan Teknik Elektro,

Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok.

Email: rizdam.firly.muzakki@elektro.pnj.ac.id



1. PENDAHULUAN

Kegiatan pencampuran warna cat merupakan tahapan penting dalam industri pengecatan, terutama pada permukaan logam seperti otomotif, furniture, dan peralatan teknik. Di bengkel atau industri kecil, proses pencampuran warna kebanyakan masih dilakukan secara manual, yang mengandalkan intuisi dan pengalaman pekerja [1]. Proses manual ini memerlukan ketelitian tinggi dan tidak jarang menimbulkan ketidaksesuaian warna, pemborosan bahan, serta rendahnya konsistensi hasil [2].

Salah satu kelemahan pada proses pencampuran warna cat secara manual adalah sulit memperoleh hasil dengan tingkat presisi yang sama. Hal tersebut diperparah dengan keterbatasan tenaga kerja terampil yang meningkatkan ketergantungan terhadap keahlian individu. Faktor-faktor tersebut berpotensi menjadi masalah utama yang dapat menghambat produktivitas dan mutu hasil pengecatan [3], [4].

Otomatisasi dengan sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino telah banyak diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan presisi di berbagai bidang industri [5]. Dengan sistem kontrol otomatis, proses pencampuran dapat dilakukan berdasarkan rasio dan volume yang terprogram secara presisi. Penggunaan sensor warna (seperti TCS3200) dapat membantu mendeteksi komposisi campuran warna secara digital [6] sedangkan *Load cell* dapat digunakan untuk mengukur berat bahan cair secara presisi.

Beberapa penelitian telah dilaksanakan untuk mengembangkan alat yang dapat mencampur warna cat secara otomatis. Sivan dkk., telah berhasil mengembangkan sebuah alat pencampur warna cat berbasis PLC [7]. Penelitian serupa juga pernah dilakukan untuk membuat alat pencampur warna berbasis PLC dengan menggunakan input komposisi warna RGB yang dimasukkan secara manual [5], [8]. Beberapa penelitian sudah pernah dikembangkan, namun memang kebanyakan dari hasil penelitian tersebut masih mengandalkan PLC sebagai prosesor utama [9], [10], dimana hal tersebut memiliki modal pengadaan alat yang relatif tinggi, sehingga kurang sesuai untuk industri skala kecil dengan modal terbatas. Disisi lain, dari beberapa hasil penelitian tersebut belum ada yang dilengkapi dengan sensor deteksi warna untuk dapat mendeteksi warna sampel secara otomatis, untuk keperluan duplikasi warna yang dibutuhkan.

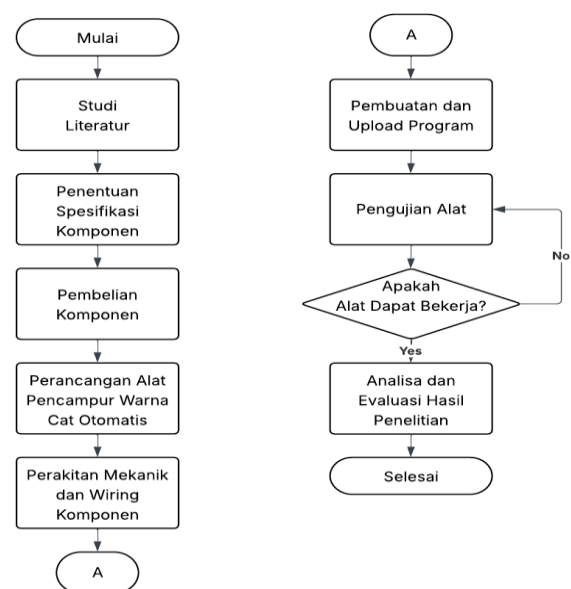
Berdasarkan peluang tersebut penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pencampur warna cat otomatis berbasis Arduino, yang dilengkapi dengan sensor warna TCS3200 dan

load cell, serta menguji hasil campuran pada media plat logam menggunakan metode penyemprotan. Dengan pendekatan ini, sistem diharapkan dapat diterapkan secara praktis di industri kreatif dan bengkel pengecatan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Dalam proses perancangan alat ini dibuat terlebih dahulu proses alur kerja atau *flowchart* dari alat pencampur warna cat otomatis. Dimana pada proses perancangan alat agar dapat mendeteksi warna objek untuk direalisasikan menjadi sebuah output pada warna cat merupakan hasil studi dimana ditemukannya metode normalisasi warna berdasarkan warna objek untuk mengetahui warna dominan pada objek. Proses perancangan dan metode penelitian dari alat pencampur warna cat otomatis dapat dilihat dengan alur kerja seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dari diagram alir penelitian ditunjukkan proses awal yang dimulai dari studi literasi, identifikasi dan pengadaan komponen, perancangan, perakitan, dan juga implementasinya dalam pembuatan alat. Analisis dan evaluasi alat kemudian dilakukan untuk menguji performa dari alat yang dibuat. Pengujian performa alat akan dilakukan dengan menguji hasil warna cat yang sudah dicampur sebelumnya menggunakan alat, lalu diaplikasikan pada sebuah plat logam dengan menggunakan metode *spray* secara merata. Hasil pengecatan tersebut kemudian akan dibandingkan dengan media atau sampel berwarna yang dijadikan sebagai

referensi. Adapun parameter yang dibandingkan adalah nilai porsi komposisi dari masing-masing warna RGB yang terdeteksi oleh sensor warna yang terpasang dari hasil pencampuran warna menggunakan alat pencampur warna otomatis berikut. Untuk menghitung perbedaan antara warna sampel dengan warna hasil pencampuran, masing-masing unsur warna dicari persentase porsinya terhadap total keseluruhan warna RGB yang tersedia dengan menerapkan [Persamaan 1](#).

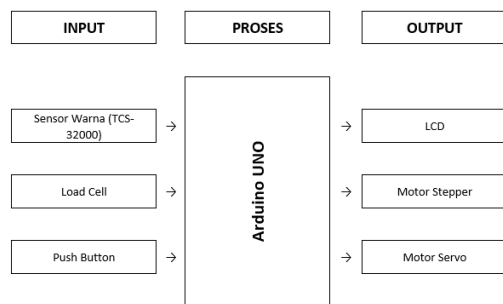
$$\% \text{ unsur warna} = \frac{\text{nilai unsur warna terdeteksi}}{\text{keseluruhan warna RGB}} \times 100\% \quad (1)$$

Adapun selisih antara warna referensi dengan warna hasil pencampuran didapat dari selisih antara persentase hasil deteksi warna produk dengan deteksi warna sampel, seperti pada [Persamaan 2](#).

$$\text{error} = |\% \text{ unsur warna hasil} - \% \text{ unsur warna sampel}| \quad (2)$$

2.2 PERANCANGAN ALAT

Komponen-komponen elektronika yang sudah diperoleh selanjutnya dirakit menjadi sebuah alat pencampur warna cat otomatis sesuai dengan desain mekanik yang sudah dibuat. Blok diagram dari alat tersebut dapat dilihat pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Blok Diagram

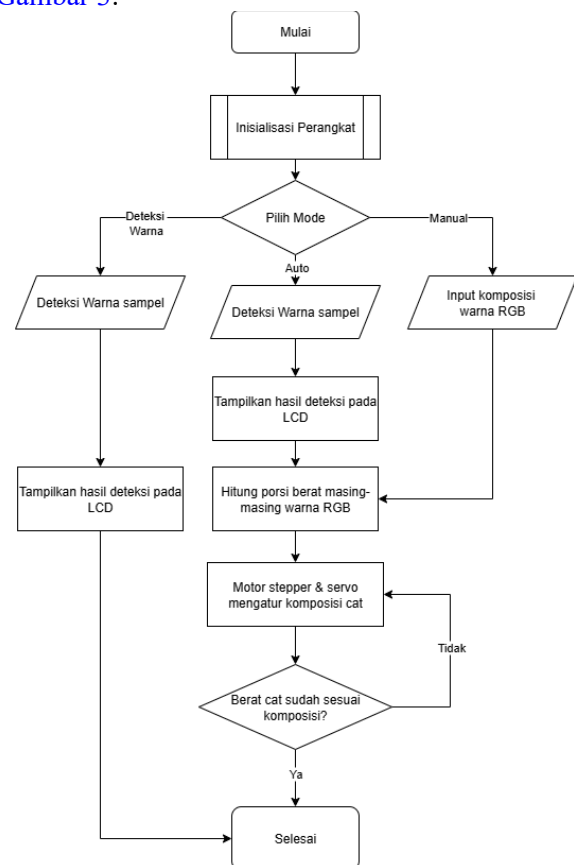
Alat ini akan memanfaatkan 3 perangkat input utama. Sensor warna TCS-3200 berbasis RGB untuk mendeteksi komposisi warna merah (red), hijau (green), dan biru (blue) dari warna sampel yang akan diolah. Dilengkapi pula dengan sebuah *load cell* untuk menakar berat dari masing-masing warna yang digunakan, serta *push button* untuk mengoperasikan alat. Sementara Arduino UNO berperan sebagai prosesor utama yang mengolah data dari perangkat masukan, serta mengolah data tersebut untuk mengendalikan kerja dari beberapa perangkat output meliputi LCD untuk menampilkan menu atau fitur alat. Alat ini juga dilengkapi dengan 3 buah tangki untuk menampung 3 warna cat yang akan dikombinasikan, yang dapat diatur posisinya dengan menggunakan sebuah meja putar dengan penggerak berupa motor *stepper*. Adapun untuk prosedur menuangkan cat dari tangki ke gelas ukur

menggunakan sebuah *valve* yang digerakkan dengan bantuan sebuah motor servo.

Dalam satu siklus penuangan cat diatur berat maksimumnya adalah sebesar 100 gram dari total 3 warna yang tersedia. Proses pengadukan masih menggunakan metode manual yang terpisah dari alat yang akan dikembangkan.

2.3 PERANCANGAN SISTEM

Prosedur selanjutnya adalah perancangan sistem alat yang akan dibuat. Secara garis besar, algoritma sistem yang akan digunakan dapat dilihat pada [Gambar 3](#).



Gambar 3. Alur Kerja Sistem Alat Pencampuran Cat

Alat pencampur cat ini memiliki 3 mode yang bisa dipilih oleh pengguna. Mode pertama yaitu mode deteksi warna, yaitu untuk mendeteksi komposisi warna RGB dari sebuah objek. Pada mode ini output yang dihasilkan berupa nilai komposisi warna yang kan ditampilkan pada LCD yang tersedia.

Mode selanjutnya adalah mode otomatis, yaitu alat akan mendeteksi warna objek atau sampel yang akan diproses. Hasil pembacaan komposisi warna kemudian diproses oleh aktuator sehingga didapat data berat dari masing-masing warna cat yang diperlukan, berdasarkan persentase komposisi warna RGB yang dideteksi. Setelah didapat data berat dari masing-masing warna cat, mikrokontroler

akan memberikan instruksi kepada aktuator berupa motor stepper dan servo untuk menuangkan cat dari tangki *feeder* sesuai dengan komposisi berat yang didapat. Adapun jumlah tangki yang terpasang berjumlah 3 unit (merah, hijau, dan biru). Terdapat pula sebuah *load cell* untuk mendeteksi berat dari masing-masing warna cat yang dituangkan hingga sudah sesuai dengan berat yang dibutuhkan. Sedangkan pada mode manual, secara umum hampir sama dengan mode otomatis. Adapun hal utama yang membedakan adalah pada mode manual pengguna memasukkan sendiri komposisi pada tiap warna sesuai dengan kebutuhan. Lalu data tersebut diolah oleh mikrokontroler untuk didapat komposisi berat dari masing-masing warna, dan menggerakkan aktuator untuk menuangkan porsi cat yang dibutuhkan. Tampilan alat secara keseluruhan dapat dilihat seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Alat Pencampur Cat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat yang telah selesai kemudian diuji untuk dievaluasi baik pada segi fungsinya maupun akurasi dalam mencampur warna cat. Pada uji fungsi, alat akan diuji fungsi-fungsi dari masing-masing komponen. Sedangkan pada uji akurasi akan dievaluasi kemampuan sistem dalam menghasilkan luaran warna yang sesuai sampel inputnya.

3.1 HASIL PERCOBAAN

3.1.1 UJI FUNGSI

Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan alat di tiap mode yang berbeda (otomatis, manual, dan deteksi warna/hasil), dimana setiap mode akan dilakukan masing-masing 5 kali percobaan. Di setiap percobaan akan diamati apakah masing-masing sensor maupun aktuator yang dapat beroperasi dengan baik dan normal. Dari hasil pengujian diketahui dari masing-masing mode alat selalu berhasil menjalankan instruksi sesuai dengan algoritma pemrograman yang dibuat sebelumnya. Atau dengan kata lain alat ini memiliki tingkat keberhasilan 100% dalam uji fungsi.

3.1.2 UJI AKURASI

Pengujian ini digunakan untuk evaluasi tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi warna yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan menjalankan mode auto dengan menggunakan 10 buah sampel yang sudah dicat dengan campuran warna tertentu sebagai input referensi. Hasil pencampuran cat kemudian akan diaplikasikan pada plat logam menggunakan metode *spray*. Hasil aplikasi tersebut lalu dideteksi kembali pada sistem deteksi warna yang tersedia, untuk dibandingkan parameter unsur warna yang dihasilkan terhadap sampel referensi untuk didapat data selisih persentase nilai unsur warna yang terbaca seperti pada Persamaan (2).

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Alat Pencampur Warna

Percobaan Ke-	Sampel (%)			Hasil (%)			Selisih (%)			
	Unsur Warna (%)			Unsur Warna (%)			Unsur Warna			
	Red	Green	Blue	Red	Green	Blue	Red	Green	Blue	
1	11,11	45,06	43,83	24,49	38,38	37,12	13,38	6,68	6,71	
2	54,64	11,34	34,02	41,39	23,65	34,96	13,25	12,31	0,94	
3	54,51	23,30	22,20	67,04	9,30	23,66	12,54	14,00	1,46	
4	53,49	24,58	21,93	63,50	6,93	29,56	10,02	17,65	7,64	
5	20,27	43,13	36,60	30,11	33,82	36,07	9,84	9,31	0,53	
6	20,42	0,00	79,58	37,23	0,00	62,77	16,81	0,00	16,81	
7	21,60	28,22	50,17	36,45	25,48	38,06	14,85	2,74	12,11	
8	59,30	17,21	23,49	35,31	29,21	35,47	23,99	12,00	11,99	
9	43,12	23,38	33,51	44,52	19,29	36,19	1,41	4,09	2,68	
10	51,80	17,79	30,41	35,47	33,24	31,29	16,34	15,45	0,89	
Rerata galat per-unsur warna (%)							13,24	9,42	6,17	
Rerata Galat Total (%)								9,61		

Berdasarkan data pada Tabel 1. ditunjukkan pengujian alat pencampur warna cat otomatis dilakukan sebanyak 10 kali untuk mengevaluasi kemampuan alat dalam menghasilkan warna akhir yang sesuai dengan warna target dari plat logam yang telah dipindai. Pengujian ini melibatkan pembacaan nilai RGB dari sampel warna pada plat menggunakan sensor warna TCS-3200, lalu pencampuran warna cat dilakukan secara otomatis berdasarkan nilai RGB yang terdeteksi. Hasil pencampuran kemudian dibandingkan dengan nilai RGB target, dan dihitung selisihnya dalam bentuk persen kesalahan atau galat.

3.2 PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Dari data yang diperoleh, dapat terlihat bahwa nilai selisih galat bervariasi pada setiap percobaan. nilai Galat paling besar terjadi pada unsur warna merah (*Red*) dengan rata-rata galat sebesar 13,24%, lalu hijau (*Green*) dengan 9,42%, dan biru (*Blue*) dengan 6,17%. Adapun Nilai rerata galat dari seluruh percobaan adalah sebesar 9,61%. Dari Nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik, namun masih memerlukan beberapa penyempurnaan untuk meningkatkan akurasi dari hasil pencampuran warna.

Terdapat beberapa percobaan yang menunjukkan nilai galat tinggi, seperti pada percobaan ke-6, di mana unsur warna *Blue* memiliki galat sebesar 16,81%, serta percobaan ke-8 dengan galat *Red* sebesar 20,99%. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat ketidaksesuaian yang cukup signifikan antara warna yang terdeteksi dan warna hasil pencampuran. Salah satu faktor penyebabnya adalah adanya polusi cahaya saat proses pemindaian warna pada plat logam, yang dapat mengganggu akurasi pembacaan sensor warna. Mengingat karakter Sensor TCS-3200 yang cukup sensitif terhadap perubahan pencahayaan sekitar, sehingga intensitas cahaya sekitar yang tidak dikontrol dapat menyebabkan hasil deteksi warna menjadi tidak konsisten. Hal ini senada dengan beberapa penelitian sebelumnya yang memanfaatkan perangkat sejenis, dimana intensitas cahaya, jarak objek, serta kondisi pencahayaan ambien di sekitarnya sangat berpengaruh terhadap hasil pembacaan sensor TCS-3200 [11], [12], [13].

Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa ketidakseragaman warna cat pada tangki *feeder* menjadi faktor yang memengaruhi keakuratan hasil pencampuran. Cat yang digunakan berasal dari beberapa produsen dan memiliki kemungkinan perbedaan karakteristik warna meskipun secara nominal memiliki kode warna yang sama. Hal ini

menyebabkan ketidaksesuaian saat mencampur berdasarkan algoritma RGB, karena komposisi pigmen dan tingkat kecerahan cat berbeda-beda.

Faktor penting lainnya yang mempengaruhi akurasi adalah belum dilakukannya proses kalibrasi sensor warna terhadap cat yang tersedia di tangki *feeder*. Kalibrasi diperlukan untuk menyesuaikan hasil pembacaan sensor dengan karakteristik nyata dari warna cat yang digunakan. Tanpa kalibrasi, alat hanya mengandalkan pembacaan langsung dari sensor, dimana hasil pembacaan tersebut belum tentu linier dengan warna aktual yang digunakan dalam proses pencampuran [14], [15].

Secara keseluruhan, alat yang dikembangkan menunjukkan potensi untuk digunakan sebagai sistem pencampur warna otomatis dengan dukungan sensor warna. Meskipun demikian, untuk mencapai tingkat presisi yang lebih tinggi dan aplikasi industri yang lebih luas, diperlukan peningkatan pada aspek kalibrasi sensor, pengaturan pencahayaan saat pemindaian, serta standarisasi bahan cat yang digunakan. Dengan penyempurnaan pada bagian-bagian tersebut, akurasi alat berpotensi dapat ditingkatkan secara signifikan.

4. KESIMPULAN

Alat pencampur warna otomatis berbasis Arduino yang terintegrasi dengan sensor warna TCS-3200 berhasil dikembangkan dan dioperasikan sesuai dengan sistem yang sudah dirancang. Alat mampu menghasilkan output warna yang cukup akurat terhadap warna yang diinginkan, dengan nilai galat rata-rata sebesar 9,61%. Meski demikian masih terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memperbaiki tingkat akurasi luaran alat tersebut. Kalibrasi warna cat, keseragaman warna cat yang digunakan, serta pengaturan kondisi cahaya di lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Wijaya, Sulaiman, M. Ariandi, and R. N. Dasmien, "Rancang Bangun Alat Pencampuran Cat Air 3 Warna Dasar Berbasis Mikrokontroler," *Rang Tek. J.*, vol. 8, no. 2, pp. 349–355, 2025.
- [2] T. A. Rahmandika and F. Eliza, "Perancangan Sistem Pencampuran Cat Berbasis Mikrokontroler," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 209–222, 2022, doi: <https://doi.org/10.24036/jtein.v3i1.235>.
- [3] N. Almansoori, S. Aldulaijan, S. Althani, N. M. Hassan, M. Ndiaye, and M. Awad, "Manual spray painting process optimization using

- Taguchi robust design,” Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 38, no. 1, pp. 46–67, Mar. 2020, doi: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2019-0248>.
- [4] Q. Yang, X. Wang, and H. Wu, “Study on lean production management of new energy vehicle body painting based on the dual perspectives of digital transformation and VSM,” *PLoS One*, vol. 20, no. 2, p. e0318253, 2025, doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0318253>.
- [5] A. H. Mohammed Ali, “Design and Implementation of Color Mixing and Painting Automatic Machine,” *FES J. Eng. Sci.*, vol. 10, no. 1 SE-Articles, pp. 13–19, Jan. 2021, doi: <https://doi.org/10.52981/fjes.v10i1.12>.
- [6] M. S. Surbakti *et al.*, “Development of Arduino Uno-Based TCS3200 Color Sensor and Its Application on the Determination of Rhodamine B Level in Syrup,” vol. 22, no. 3, pp. 630–640, 2022, doi: <https://doi.org/10.22146/ijc.69214>.
- [7] A. Sivan and H. Bedi, “PLC Based Paint Mixing System,” *Indones. J. Interdiscip. Res. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 6 SE-Articles, pp. 1003–1014, Jun. 2024, doi: <https://doi.org/10.55927/marcopolo.v2i6.10133>.
- [8] L. Farhi, Z. Ali, and S. Zia, “Multiple Colors Making System Using PLC,” *Sir Syed Univ. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 8, Mar. 2019, doi: <https://doi.org/10.33317/ssurj.88>.
- [9] F. Fahmizal, D. B. Pratama, A. Priyatmoko, and M. R. F. Rahman, “,” *J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 49–58, 2018, doi: <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v7i1.12900>.
- [10] F. A. Aziz and R. D. Puriyanto, “Rancang Bangun Mesin Pengecat Otomatis Berbasis PLC CPIE NA20DR A,” *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 3, pp. 118–130, 2019, doi: <https://doi.org/10.12928/biste.v1i3.1050>.
- [11] T. Ta’ali, W. Khairat, H. Habibullah, and J. Sardi, “Pengaruh Jarak Terhadap Sensitivitas Sensor Warna TCS3200,” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 67–74, 2023, doi: <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.340>.
- [12] Hanum Puji Pangesti, Hadi Nasbey, and Haris Suhendar, “Optimization Of Tcs3200 Color Sensor Utilization In The Development Of An Automated System For Coffee Bean Sorting Based On Distance Differences: Optimisasi Pemanfaatan Sensor Warna Tcs3200 Dalam Pengembangan Sistem Otomatis Untuk Pemilahan Biji Kopi Berdasarkan Perbedaan Jarak,” *Pros. Semin. Nas. Fis.*, vol. 13, no. 1 SE-Fisika dan Aplikasinya, p. FA-53-61, Jan. 2025, doi: <https://doi.org/10.21009/03.1301.FA07>.
- [13] P. Cabacungan, C. Oppus, G. Tangonan, N. Cabacungan, J. P. Mamaradlo, and N. A. Mercado, “Design and Development of Electronic Sensor and Monitoring System of Smart Low-cost Phototherapy Light System for Non-Invasive Monitoring and Treatment of Neonatal Jaundice,” *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst. J.*, vol. 5, no. 5, pp. 1233–1246, 2020, doi: <https://doi.org/10.25046/aj0505149>.
- [14] H. Heriyanti, “Study Awal Karakterisasi Sensor Warna Tc3200 Untuk Menentukan Kadar Kafein Pada Kopi,” *J. Online Phys.*, vol. 7, no. 1, pp. 52–57, 2021, doi: <https://doi.org/10.22437/jop.v7i1.15286>.
- [15] M. D. Utami, A. A. Zahra, and S. Sudjadi, “Perancangan Dan Analisa Kinerja Sistem Akuisisi Data Sensor Tcs34725 Dan Pengendalian Pompa Motor Dc Pada Alat Pencampur Warna,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 3, pp. 360–367, 2020, doi: <https://doi.org/10.14710/transient.v9i3.360367>