

Analisis Pengaruh Jarak dan Kondisi Pencahayaan terhadap Alat Deteksi Warna dengan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino

Muhammad Ferdiyansyah^{1*}, Yoga Putra Pratama², Emmidia Djonaedi³
¹⁻³ Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Alamat: Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok 16425

Korespondensi penulis: muhammad.ferdiyansyah.tgp21@mhs.wpnj.ac.id*

Abstract. The TCS3200 color sensor demonstrates limited accuracy under certain environmental conditions, particularly in relation to the distance between the sensor and the object, as well as the surrounding lighting. This study aims to investigate the effects of distance variation (0 cm, 2 cm, 4 cm, and 6 cm) and lighting conditions (bright and dark) on color detection using the TCS3200 sensor integrated with an Arduino microcontroller. An experimental method was employed, with color data converted into the CIELAB color space and analyzed using Delta E as the deviation indicator. The results indicate that the most accurate color readings occur at a distance of 0 cm, where the sensor receives maximum reflected light. Furthermore, measurements taken under dark conditions exhibit more consistent results compared to those under bright lighting, which tends to introduce optical interference. It can be concluded that the TCS3200 sensor performs best at close range and under controlled lighting conditions to ensure accurate and reliable color detection.

Keywords: TCS3200 Sensor, Arduino, Color Detection, Sensor Distance, Ambient Lighting.

Abstrak. Sensor warna TCS3200 memiliki keterbatasan akurasi dalam kondisi lingkungan tertentu, seperti jarak antara sensor dan objek serta pencahayaan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jarak (0 cm, 2 cm, 4 cm, dan 6 cm) serta kondisi pencahayaan (terang dan gelap) terhadap pembacaan warna menggunakan sensor TCS3200 berbasis mikrokontroler Arduino. Metode yang digunakan adalah eksperimental, dengan data warna dikonversi ke ruang warna CIELAB dan dianalisis menggunakan Delta E sebagai indikator deviasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak paling ideal untuk akurasi pembacaan berada pada posisi 0 cm, karena sensor menerima pantulan cahaya maksimal. Sementara itu, kondisi gelap memberikan hasil pembacaan yang lebih stabil dibandingkan pencahayaan terang yang cenderung menimbulkan gangguan optik. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan sensor warna TCS3200 sebaiknya dilakukan dalam jarak dekat dan pencahayaan yang terkontrol untuk menghasilkan deteksi warna yang akurat dan konsisten.

Kata kunci: Sensor TCS3200, Arduino, Deteksi Warna, Jarak Sensor, Pencahayaan Lingkungan.

1. LATAR BELAKANG

Deteksi warna merupakan aspek penting dalam berbagai bidang industri, termasuk pencetakan, manufaktur, dan automasi (Amri dkk., 2022). Keakuratan deteksi warna menjadi faktor penentu dalam penjaminan mutu, terutama dalam industri grafika di mana ketepatan warna merupakan elemen esensial dalam memenuhi standar kualitas produk. Kesalahan dalam pendeteksian atau reproduksi warna dapat menyebabkan inkonsistensi visual, penolakan produk, hingga kerugian finansial bagi pelaku industri. Oleh karena itu, teknologi sensor warna menjadi komponen vital dalam sistem kendali mutu, terutama pada proses-proses yang memerlukan evaluasi warna secara otomatis.

Sensor warna TCS3200 adalah sensor berbasis fotodiode dengan kemampuan untuk mendeteksi warna berdasarkan komponen RGB (Athifa & Rachmat, 2019). Sensor ini telah banyak digunakan dalam pengembangan sistem mikrokontroler, salah satunya berbasis

Arduino, karena kemudahan integrasi dan efisiensinya dalam mengonversi informasi warna menjadi sinyal digital. Selain itu, sensor ini memiliki sensitivitas yang baik terhadap cahaya, serta mampu bekerja dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi (Husni dkk., 2020).

Namun, dalam penerapannya, akurasi pembacaan sensor warna TCS3200 dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, di antaranya jarak antara sensor dan objek serta kondisi pencahayaan sekitar (Ta'ali dkk., 2023). Variasi pada kedua faktor ini dapat menimbulkan perbedaan signifikan dalam nilai warna yang terbaca. Perubahan kecil dalam jarak atau cahaya dapat mempengaruhi pembacaan sensor secara drastis, sehingga pengujian parameter ini menjadi penting.

Berdasarkan sensitivitas sensor terhadap faktor eksternal seperti jarak dan pencahayaan, diperlukan analisis sistematis untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dua parameter tersebut terhadap akurasi pembacaan warna. Pengujian ini penting dilakukan sebagai dasar dalam menentukan konfigurasi ideal penggunaan sensor, terutama untuk aplikasi yang hasil deteksi warna yang presisi dan stabil. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jarak (0 cm, 2 cm, 4 cm, dan 6 cm) serta kondisi pencahayaan (terang dan gelap) terhadap hasil pembacaan warna menggunakan sensor TCS3200.

2. KAJIAN TEORITIS

Sensor TCS3200

TCS3200 adalah perangkat yang dirancang untuk mengonversi intensitas cahaya berwarna menjadi sinyal frekuensi. Sensor ini terdiri atas susunan fotodiode silikon serta rangkaian pengubah arus menjadi frekuensi yang terintegrasi dalam satu kepingan IC berbasis teknologi CMOS monolitik (Lamsani dkk., 2023). Sensor TCS3200 bekerja dengan prinsip konversi cahaya menjadi frekuensi menggunakan fotodiode yang tersusun dalam *array* dan dilengkapi filter warna merah, hijau, dan biru. Frekuensi yang dihasilkan tersebut sebanding dengan intensitas cahaya yang diterima, sehingga memungkinkan interpretasi nilai RGB secara kuantitatif. *Output* dari sensor ini berupa sinyal gelombang persegi dengan *duty cycle* sebesar 50%, di mana frekuensi sinyal tersebut sebanding dengan tingkat intensitas cahaya (*irradiance*) yang diterima (Husni dkk., 2020).

Deteksi Warna dalam Sistem Mikrokontroler Arduino

Sistem deteksi warna berbasis mikrokontroler Arduino merupakan kombinasi antara perangkat keras dan perangkat lunak yang berfungsi untuk mengenali spektrum warna tertentu. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan sensor warna yang dikendalikan oleh mikrokontroler

Arduino guna mengolah dan menginterpretasikan data warna secara otomatis (Rahmadani Fitri Panjaitan, 2025).

Menurut (Suhud dkk., 2024), dalam implementasinya, sensor warna seperti TCS3200 terhubung ke pin digital Arduino untuk mengirimkan sinyal frekuensi yang berkaitan dengan intensitas warna. Arduino kemudian memproses frekuensi tersebut dan mengubahnya menjadi nilai digital RGB yang dapat ditampilkan pada layar LCD atau digunakan sebagai data klasifikasi warna.

Warna CMYK

CMYK adalah singkatan dari *Cyan*, *Magenta*, *Yellow*, dan *Black*, yang merupakan sistem warna subtraktif yang umum digunakan dalam dunia percetakan (Pratama dkk., 2023). Sistem ini disebut juga sebagai warna proses karena mewakili empat komponen tinta utama yang digunakan dalam proses cetak offset, digital, maupun teknik cetak lainnya. CMYK merupakan sistem pewarnaan yang bekerja berdasarkan prinsip pengurangan cahaya pantulan dari suatu objek (*subtractive color model*) (Prayudha dkk., 2024). Dalam sistem ini, warna terbentuk melalui proses penyerapan sebagian spektrum cahaya oleh tinta yang digunakan, sedangkan sisa cahaya yang tidak diserap akan dipantulkan dan ditangkap oleh indra penglihatan manusia sebagai warna yang terlihat.

Pengaruh Jarak Sensor terhadap Pembacaan Warna

Jarak antara sensor warna dan permukaan objek yang diukur merupakan salah satu faktor penting yang menentukan tingkat akurasi pembacaan warna (Alfinnur, 2023). Sensor warna bekerja dengan menangkap cahaya yang dipantulkan dari objek, lalu mengubahnya menjadi sinyal digital yang mewakili komposisi warna tertentu. Intensitas cahaya pantulan yang diterima oleh sensor sangat dipengaruhi oleh seberapa dekat atau jauh posisi sensor terhadap objek. Menurut (Athifa & Rachmat, 2019), Sensor masih dapat memberikan pembacaan warna pada jarak hingga 6.5 cm, meskipun ketepatan data cenderung menurun di luar rentang ideal.

Pengaruh Pencahayaan Lingkungan terhadap Sensor

Pencahayaan lingkungan atau yang sering disebut *ambient light* merupakan salah satu faktor eksternal yang secara signifikan memengaruhi akurasi pembacaan sensor warna (Istiqamah, 2024). Sensor warna seperti TCS3200 bekerja dengan mengandalkan intensitas cahaya pantulan dari objek untuk menentukan komposisi warna. Sensor ini memiliki tingkat

sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan intensitas cahaya, sehingga keberadaan cahaya tambahan dari lingkungan sekitar baik langsung maupun tidak langsung dapat memengaruhi frekuensi *output* (Alfinnur, 2023).

3. METODE PENELITIAN

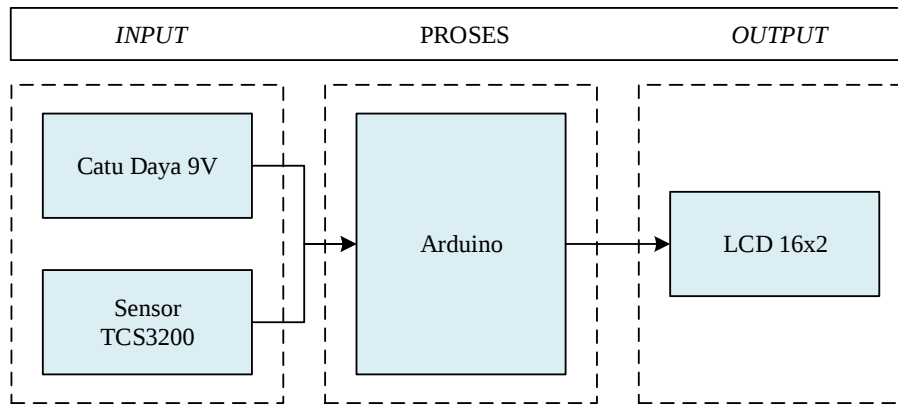
Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan variabel bebas berupa jarak (0 cm, 2 cm, 4 cm, dan 6 cm) dan kondisi pencahayaan (terang dan gelap), serta variabel terikat berupa nilai LAB dan Delta E yang dihasilkan oleh sensor. Nilai ini merupakan indikator utama dalam menilai stabilitas dan akurasi hasil pembacaan warna pada alat deteksi warna dengan sensor TCS3200 berbasis Arduino dari masing-masing kombinasi perlakuan jarak dan pencahayaan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah hasil rancangan alat deteksi warna dengan sensor TCS3200 berbasis Arduino (sensor warna TCS3200, mikrokontroler Arduino Uno, layar LCD 16x2), sumber cahaya lampu LED putih dan bahan uji yang digunakan berupa kertas Art Carton 190 gsm warna CMYK.

Blok Diagram Alat

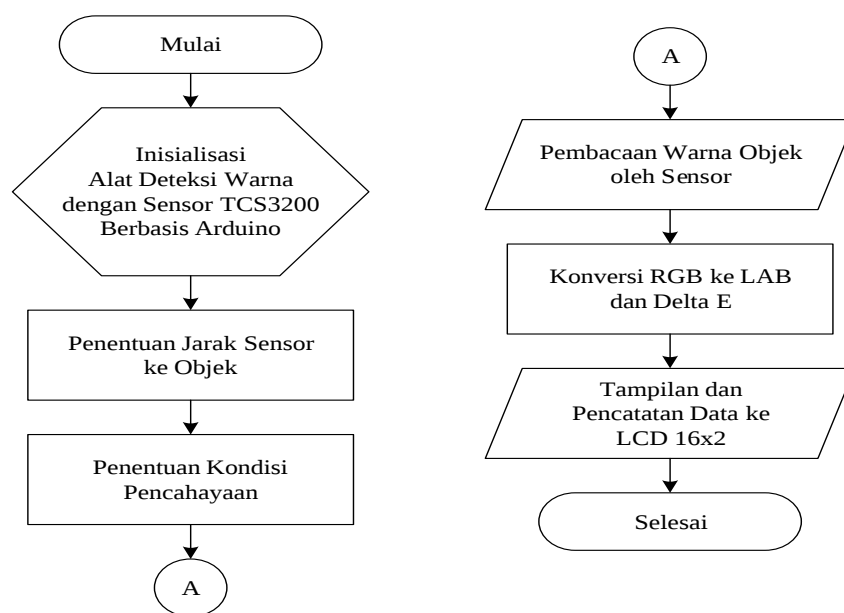
Blok diagram dapat dilihat pada **Gambar 1**, menggambarkan rancangan sistem alat deteksi warna berbasis sensor TCS3200 yang digunakan dalam penelitian ini. Sistem ini terdiri atas tiga bagian utama, yaitu *input*, *proses*, dan *output*. Bagian *input* terdiri dari sensor TCS3200 yang berfungsi menangkap intensitas cahaya dari objek berwarna, serta catu daya 9V sebagai sumber energi sistem. Sinyal dari sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno, yang mengonversi frekuensi menjadi nilai warna digital. Hasil pengolahan data warna ditampilkan pada LCD 16x2, yang berperan sebagai *output*. Tampilan ini memudahkan untuk memantau secara langsung nilai warna yang terdeteksi dalam analisis pengujian terhadap variasi jarak dan kondisi pencahayaan.



Gambar 1. Blok Diagram Alat

Prosedur Pengujian

Pengaruh variasi jarak dan kondisi pencahayaan terhadap akurasi pembacaan warna pada alat deteksi warna berbasis sensor TCS3200, dilakukan serangkaian prosedur pengujian yang dapat dilihat pada **Gambar 2**. Proses diawali dengan inisialisasi sistem deteksi warna, termasuk aktivasi sensor TCS3200 dan mikrokontroler Arduino. Setelah sistem aktif, dilakukan pengaturan jarak antara sensor dan objek uji, diikuti oleh penentuan kondisi pencahayaan lingkungan, baik dalam keadaan terang maupun gelap. Selanjutnya, sensor melakukan pembacaan warna dari objek yang kemudian dikonversi dari nilai RGB menjadi nilai warna dalam ruang warna CIE LAB, serta dihitung nilai Delta E sebagai indikator selisih warna. Hasil pembacaan tersebut ditampilkan pada LCD 16x2 dan dicatat sebagai data eksperimen. Diagram ini memberikan gambaran sistematis mengenai tahapan-tahapan utama yang dilalui selama proses pengambilan data dalam penelitian ini.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan pembahasan mengenai proses implementasi serta hasil dari seluruh pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini. Hasil pengujian jarak sensor terhadap pembacaan warna dapat dilihat pada **Tabel 1**, menunjukkan bahwa semakin besar jarak antara sensor TCS3200 dan objek, semakin tinggi nilai Delta E yang terbaca, hasil akurasi pendeteksian warna menurun. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya intensitas cahaya pantulan yang masuk ke sensor saat jarak bertambah, sehingga konversi warna menjadi kurang presisi.

Temuan ini sejalan dengan pernyataan (Athifa & Rachmat, 2019), yang menyebutkan bahwa sensor TCS3200 masih dapat memberikan pembacaan warna pada jarak hingga 6,5 cm, namun ketepatan data cenderung menurun di luar rentang ideal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jarak ideal untuk pembacaan warna berada di jarak 0 cm karena intensitas cahaya lingkungan tidak terserap sehingga sensor dapat membaca warna dengan stabil, sedangkan jarak di atas 0 cm berisiko menghasilkan deviasi warna yang tinggi dan tidak stabil.

Tabel 1. Hasil Pengujian Jarak Sensor Terhadap Pembacaan Warna

Warna	Delta E Jarak			
	0 cm	2 cm	4 cm	6 cm
Cyan	35.7	37.48	54.87	57.64
Magenta	9.80	33.69	52.04	62.24
Yellow	46.06	55.72	70.42	77.92
Black	7.57	12.29	28.47	39.41

Pengujian terhadap kondisi pencahayaan menunjukkan bahwa perbedaan intensitas cahaya lingkungan memiliki dampak terhadap akurasi pembacaan warna oleh sensor TCS3200. Berdasarkan **Tabel 2**, pengujian menunjukkan kondisi pencahayaan terang, nilai Delta E cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi gelap. Hal ini terlihat pada warna *Cyan*, Delta E menurun dari 36,56 dalam kondisi terang menjadi 35,39 dalam kondisi gelap. Warna *Magenta* mengalami penurunan dari 9,75 menjadi 8,23. *Yellow* turun dari 45,32 menjadi 44,55, dan *Black* dari 6,89 menjadi 5,60. Penurunan ini menandakan bahwa interferensi cahaya dari lingkungan sekitar menyebabkan pembacaan warna menjadi kurang presisi dalam kondisi terang.

Faktor ini semakin relevan dikaitkan dengan pengujian jarak sebelumnya, di mana nilai Delta E juga meningkat signifikan seiring bertambahnya jarak antara sensor dan objek. Peningkatan ini tidak hanya disebabkan oleh penurunan intensitas pantulan, tetapi juga karena sensor memberikan cahaya sekitar lebih mudah masuk ke area sensor pada jarak yang lebih jauh sehingga memperparah gangguan optik dan menghasilkan nilai LAB dan Delta E yang

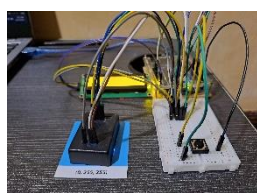
berbeda (Alfinnur, 2023). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sensor TCS3200 paling ideal dilakukan pada jarak dekat (0 cm) dan dalam kondisi pencahayaan yang terkendali, seperti lingkungan pencahayaan gelap, untuk meminimalkan gangguan cahaya dan menghasilkan pembacaan warna yang lebih akurat.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pencahayaan Lingkungan Terhadap Sensor

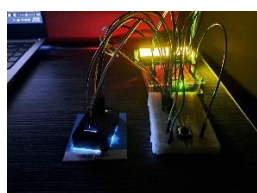
Warna	Pencahayaan	L*	a*	b*	Delta E
<i>Cyan</i>	Terang	49.03	-15.77	-18.96	36.56
	Gelap	48.52	-15.05	-21	35.39
<i>Magenta</i>	Terang	47.57	75.34	4.02	9.75
	Gelap	46.59	73.2	3.12	8.23
<i>Yellow</i>	Terang	72.22	-36.87	60.81	45.32
	Gelap	72.16	-36.35	61.49	44.55
<i>Black</i>	Terang	12.54	1.44	5.78	6.89
	Gelap	12.23	1.02	4.01	5.60

Gambar 3, menunjukkan pengujian sensor TCS3200 terhadap tiap sampel warna CMYK dalam dua kondisi pencahayaan, yaitu terang dan gelap. Pada kondisi terang, lampu ruangan diaktifkan sehingga sensor menerima tambahan cahaya lingkungan. Sebaliknya, pada kondisi gelap, lampu ruangan dinonaktifkan untuk meminimalkan interferensi cahaya luar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pencahayaan terang cenderung menyebabkan pembacaan warna menjadi kurang akurat karena adanya gangguan optik dari lingkungan. Sementara itu, kondisi gelap memberikan hasil yang lebih stabil dan mendekati nilai warna sebenarnya.

Temuan ini sejalan dengan data hasil pengukuran Delta E, di mana kondisi gelap memberikan deviasi warna yang lebih rendah dibandingkan dengan kondisi terang untuk semua warna yang diuji. Dengan demikian, gambar tersebut mendukung kesimpulan bahwa pencahayaan lingkungan merupakan faktor penting yang memengaruhi akurasi pembacaan warna, dan sistem sensor sebaiknya dioperasikan dalam kondisi dengan pencahayaan yang stabil atau seminimal mungkin dari gangguan cahaya luar.



Cyan - Terang



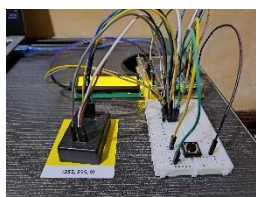
Cyan - Gelap



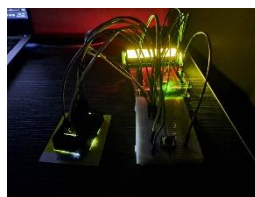
Magenta - Terang



Magenta - Gelap



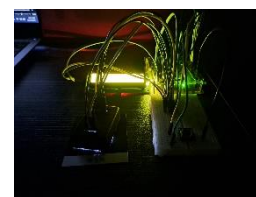
Yellow - Terang



Yellow Gelap



Black - Terang



Black - Gelap

Gambar 3. Uji Pencahayaan Lingkungan Terhadap Sensor Tiap Sampel Warna

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa jarak dan kondisi pencahayaan secara signifikan memengaruhi akurasi pembacaan warna pada alat deteksi warna berbasis sensor TCS3200. Jarak ideal untuk memperoleh pembacaan warna yang paling akurat adalah pada posisi 0 cm, karena intensitas pantulan cahaya yang diterima sensor berada pada kondisi maksimal dan stabil. Sementara itu, pencahayaan gelap menghasilkan pembacaan warna yang lebih konsisten dan mendekati nilai referensi dibandingkan pencahayaan terang, yang cenderung menimbulkan gangguan optik. Oleh karena itu, kombinasi jarak dekat dan pencahayaan yang terkontrol menjadi konfigurasi paling ideal untuk penggunaan sensor TCS3200 dalam sistem deteksi warna berbasis Arduino. Saran untuk penelitian selanjutnya, untuk menggunakan sensor warna dengan akurasi lebih tinggi, menambahkan pencahayaan internal yang stabil, serta memperluas pengujian pada berbagai jenis permukaan objek untuk meningkatkan keakuratan dan fleksibilitas sistem deteksi warna.

DAFTAR REFERENSI

- Alfinnur, M. A. (2023). *Program Studi Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*.
- Amri, L. H. A., Basuki, U., & Ruliftiawan, G. (2022). Controlling Color Consistency In The Production Process Of Packaging Print. *Kreator*, 9(1), 61–70. <https://doi.org/10.46961/kreator.v9i1.313>
- Athifa, S. F., & Rachmat, H. H. (2019). Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna Rgb Sensor Tcs3200 Berdasarkan Jarak Dan Dimensi Objek. *Jetri : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 105–120. <https://doi.org/10.25105/jetri.v16i2.3459>
- Husni, N. L., Rasyad, S., Putra, M. S., Hasan, Y., & Rasyid, J. A. (2020). Pengaplikasian Sensor Warna Pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ampere*, 4(2), 297. <https://doi.org/10.31851/ampere.v4i2.3450>
- Istiqamah, N. A. (2024). *Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Jeruk Menggunakan Sensor Warna TCS3200 Berbasis RGB*. 4(2).

- Lamsani, M., Pangestika, R. A., Cahyanti, M., & Swedia, E. R. (2023). Sistem Identifikasi Warna Tanah Munsell Menggunakan Sensor Warna Tcs3200 Dan Kelembaban YL-69. *Sebatik*, 27(1), 379–389. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v27i1.2249>
- Pratama, Y. P., Prastiwinarti, W., Ahmad, L., & Mahmuda, Z. S. (2023). Perancangan Aplikasi Konversi RGB CMYK berbasis Python. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 7(2), 102–105. <https://doi.org/10.30871/jaee.v7i2.6360>
- Prayudha, I. T., Prayitno, H., Bagaskara, F. R., & Agustin, S. (2024). *Klasifikasi Jenis Warna Dokumen Berdasarkan Ruang Warna Cymk Menggunakan Metode K-Means Clustering*.
- Rahmadani Fitri Panjaitan. (2025). Aplikasi Deteksi Warna Berbasis Mikrokontroler: Mewujudkan Solusi Cerdas dalam Identifikasi Visual. *Merkurius : Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, 3(1), 123–131. <https://doi.org/10.61132/merkurius.v3i1.608>
- Suhud, K., Sukoma, S., Saleha, S., & Surbakti, M. S. (2024). Development of TCS3200 Color Sensor Based on Arduino Uno and Its Application in Determining Borax Levels in Food. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, 9(2), 74–81. <https://doi.org/10.24845/ijfac.v9.i2.74>
- Ta'ali, T., Khairat, W., Habibullah, H., & Sardi, J. (2023). Pengaruh Jarak Terhadap Sensitivitas Sensor Warna TCS3200. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 67–74. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.340>