

Rancang Bangun Sarung Tangan Pendeteksi Warna menggunakan Sensor TCS34725

Hadri Bachty¹, Yohandri²

^{1,2}Departemen Fisika, Universitas Negeri Padang
e-mail: yohandri@fmipa.unp.ac.id

Abstrak

Kemampuan penglihatan manusia bervariasi dan sangat mempengaruhi kualitas hidup, terutama dalam analisis bentuk, cahaya, dan warna yang digunakan dalam kegiatan harian. Fokus penelitian adalah untuk merancang dan mengembangkan sarung tangan pendeteksi warna bagi individu dengan defisiensi penglihatan warna (CVD) menggunakan sensor TCS34725, LCD OLED, dan speaker kecil. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan penderita CVD dalam membedakan warna melalui perangkat elektronik portabel dan efisien. Sistem dibangun dengan Arduino Nano dan komponen terkait melalui tahapan perancangan dan pengujian yang komprehensif. Hasil penelitian menunjukkan tingkat ketepatan pendeteksi warna RGB sebesar 90,97% untuk R, 91,75% untuk G, dan 92,93% untuk B, dengan ketelitian rata-rata 0,994. Pengujian sistem membuktikan bahwa sarung tangan ini mampu mengidentifikasi warna dengan akurasi tinggi. Sarung tangan pendeteksi warna ini efektif dan akurat, diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup penderita CVD dengan membantu mereka mengenali warna dalam kehidupan sehari-hari mereka.

Kata kunci: *Sarung Tangan, Pendeteksi Warna, TCS34725, CVD*

Abstract

Human visual abilities vary and greatly affect quality of life, especially in the analysis of shapes, light, and colors used in daily activities. The focus of the research is to design and develop a color detection glove for individuals with color vision deficiency (CVD) using a TCS34725 sensor, OLED LCD, and a small speaker. The system is designed to improve the ability of people with CVD to distinguish colors through a portable and efficient electronic device. The system was built with Arduino Nano and related components through comprehensive design and testing stages. The results showed an RGB color detection accuracy rate of 90,97% for R, 91,75% for G, and 92,93% for B, with an average accuracy of 0.994. System testing proves that these gloves are able to identify colors with high accuracy. This color detection glove is effective and accurate, it

is expected to improve the quality of life of people with CVD by helping them recognize colors in their daily lives.

Keywords: *Gloves, Color Detection, TCS34725, CVD*

PENDAHULUAN

Manusia memiliki kemampuan penglihatan yang berbeda-beda. Penglihatan merupakan salah satu kebutuhan utama manusia yang berdampak pada seluruh indera manusia untuk bertahan hidup (Wibisono, 2009). Hidup manusia dapat ditingkatkan kualitasnya melalui indera penglihatan, karena mata menyerap berbagai informasi visual (Sari & Siregar, 2022). Mata berperan penting dalam analisis bentuk, cahaya, dan warna yang dipantulkan objek, dan hasil informasi visual ini digunakan dalam kehidupan sehari-hari melalui pengumpulan, pemrosesan, dan penyediaan informasi (Richter dkk., 2018).

Ada beberapa individu yang menghadapi kesulitan mengolah informasi visual ketika berinteraksi dengan warna karena memiliki kekurangan pada penglihatan dalam membedakan beberapa warna tertentu. Kekurangan tersebut biasa dikenal dengan istilah buta warna atau lebih tepatnya defisiensi penglihatan warna. Defisiensi penglihatan warna adalah gangguan kondisi mata yang menyebabkan penderita mengalami kesulitan dalam membedakan beberapa gradasi warna tertentu (Salih dkk., 2020).

Sekitar 95% pasien mengalami masalah buta merah-hijau, di mana mereka sukar untuk membedakan antara warna hijau, merah, dan kuning, dan sebagian orang juga mengalami kebutaan biru-kuning, dimana mereka sukar untuk membedakan antara warna hijau, biru, dan kuning (Alam dkk., 2023). Secara umum terdapat dua kategori defisiensi penglihatan warna yaitu buta warna total dan sebagian.

Dhika dkk (2014) mengklasifikasikan tiga tingkat buta warna. Pertama, kesulitan membedakan warna tertentu yang diakibatkan karena dari tiga jenis sel kerucut salah satunya tidak berfungsi, hal itu disebut sebagai anomali trikوماتosa. Jenis-jenisnya adalah tritanomali (lemah biru), deuteranomali (lemah hijau) dan protanomali (lemah merah). Kedua, seperti tritanopia (buta warna biru), deuteranopia (buta warna hijau) dan protanopia (buta warna merah) yang diakibatkan karena dari tiga sel kerucut salah satunya tidak ada, hal itu disebut sebagai dikromat. Ketiga, monokromatik di mana retina mata tidak merespons warna, sehingga hanya warna putih dan hitam yang terlihat, dan ini sangat jarang terjadi.

Kemajuan teknologi yang terus berkembang memungkinkan manusia lebih mudah memenuhi kebutuhan hidupnya (Wulandari & Satria, 2021). Widiyanto dkk (2013) merancang alat pendeteksi warna yang memiliki bentuk fisik cukup besar dan membutuhkan sumber listrik 220volt sehingga kurang efisien jika digunakan kemana-mana.

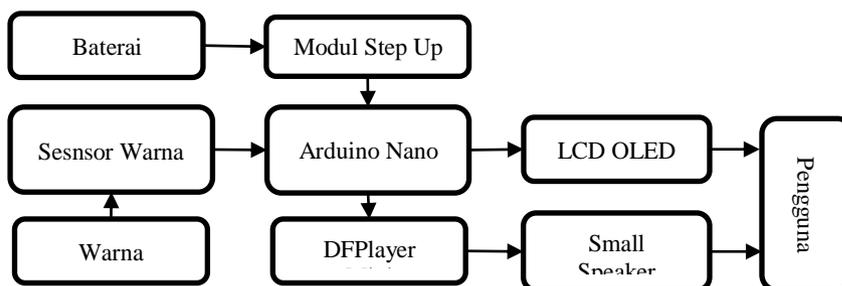
Oleh karena itu, ide inovatif muncul dalam bentuk sarung tangan yang berfungsi sebagai Alat Pendeteksi Warna, dirancang untuk membantu individu dengan defisiensi penglihatan warna. Harapannya, alat ini dapat memberikan solusi bagi

penderita defisiensi penglihatan warna atau buta warna untuk mengenali warna meskipun kemampuan penglihatan mereka terbatas.

METODE

Penelitian yang direncanakan merupakan bagian dari penelitian rekayasa. Jenis penelitian ini fokus pada desain yang memberikan kontribusi inovatif, baik dalam bentuk proses maupun produk atau prototipe, pada setiap tahapannya. Dalam penelitian ini, perhatian utama tertuju pada proses perancangan yang melibatkan elemen-elemen yang relatif baru (Kirkup, 2019). Proses penelitian rekayasa melibatkan serangkaian tahapan yang harus dijalani, termasuk merumuskan ide dan tujuan penelitian, merancang konseptual, menetapkan struktur geometris dan fungsionalitas, rancangan detail, membuat prototipe, dan menguji hasilnya. Ide-ide biasanya muncul dari analisis literatur yang luas, mencakup sumber-sumber seperti buku, jurnal, artikel, dan referensi-referensi relevan lainnya. Pada tahap konseptual desain, bentuk desain sistem yang akan dibuat akan ditentukan.

Komponen sistem yang direncanakan diatur secara geometris berdasarkan fungsinya masing-masing. Pembuatan blok diagram, perancangan perangkat lunak dan perangkat keras merupakan bagian dari proses perancangan sistem. Diagram blok sistem sarung tangan yang mendeteksi warna ditampilkan pada Gambar 1.

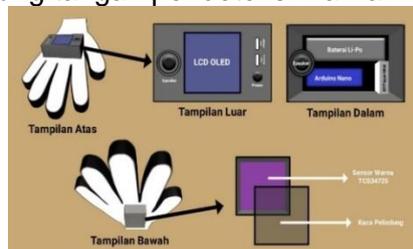


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Gambar 1 merupakan diagram blok sistem sarung tangan pendeteksi warna terdiri dari beberapa komponen. Baterai 3,7 volt digunakan sumber tegangan dari alat yang dibantu oleh modul step up untuk menaikkan tegangannya. Sensor warna TCS34725 sebagai sensor pembaca nilai RGB warna. Arduino nano sebagai instrumen pemroses setiap komponen. *DFPlayer mini* sebagai sumber data audio yang akan dipanggil pada program arduino nano untuk dikeluarkan menggunakan *small speaker* sebagai *ouput* berupa suara yang akan didengar oleh pengguna. Serta LCD OLED sebagai *ouput* visual yang akan dilihat oleh pengguna.

Detail dari perencanaan sistem untuk sarung tangan pendeteksi warna ini mencakup pengaturan perangkat lunak dan keras. Bagian fisik sistem dijelaskan oleh desain perangkat keras, sedangkan desain perangkat lunak membantu perangkat

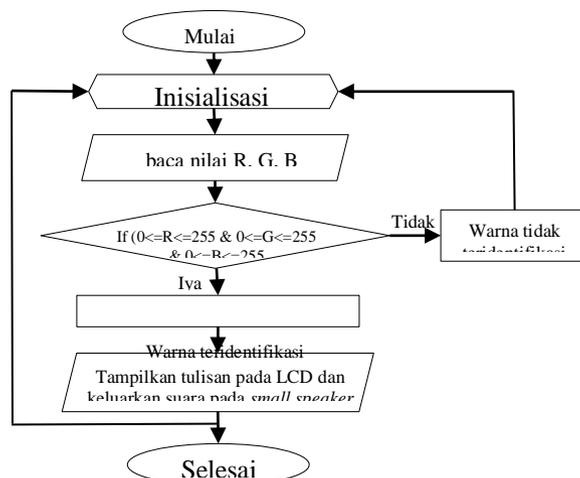
keras melakukan fungsinya. Gambar 2 menunjukkan bagaimana perangkat keras dirancang untuk sistem sarung tangan pendeteksi warna.



Gambar 2. Rancangan Perangkat Keras

Gambar 2 merupakan rancangan perangkat keras sistem sarung tangan pendeteksi warna terdiri dari beberapa komponen yaitu sensor TCS34725, LCD OLED, *DFPlayer mini*, *small speaker*, baterai 3,7volt, modul step up baterai, dan arduino nano. Sensor TCS34725 digunakan untuk pembaca nilai RGB warna, LCD OLED sebagai *output* visual, *DFPlayer mini* sebagai sumber data *output* audio yang dikirim ke *small speaker*, baterai 3,7volt sebagai sumber tegangan yang dibantu oleh modul step up untuk menaikkan tegangan untuk alat serta arduino nano sebagai pusat kontrol dan program alat keseluruhan. Semua komponen tersebut selain sensor dirangkai pada papan PCB di dalam box kecil yang ditempel pada bagian atas sarung tangan dan dapat dihubungkan dengan sensor yang terletak pada box yang ditempel pada bagian bawah sarung tangan. Serta sarung tanga sebagai media dari sistem sarung tangan pendeteksi warna.

Untuk memastikan kinerja optimal perangkat keras, dibutuhkan desain perangkat lunak yang sesuai. Perangkat lunak Arduino IDE digunakan untuk mengembangkan desain perangkat lunak untuk penelitian ini. Gambar 3 menunjukkan diagram alir rancangan perangkat lunak sistem.



Gambar 3. Rancangan Perangkat Lunak

Gambar 3 merupakan diagram alir rancangan perangkat lunak. Perancangan program dilakukan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE kemudian diunggah ke mikrokontroler Arduino Nano. Pada tahap awal pembuatan program untuk Arduino Nano, dengan melakukan deklarasi pin yang digunakan untuk inialisasi sistem. Selanjutnya, sensor warna membaca nilai R, G, dan B suatu warna. Jika nilai RGB berada antara 0 hingga 255, maka warna teridentifikasi; jika tidak, warna tidak teridentifikasi. Hasil pembacaan warna kemudian ditampilkan pada layar LCD OLED dan disuarakan oleh speaker kecil sesuai dengan program yang telah diatur.

Prototipe sistem sarung tangan pendeteksi warna untuk individu penderita defisiensi penglihatan warna akan dibuat berdasarkan desain yang telah dijelaskan. Setelah selesai, sistem akan menjalani serangkaian pengujian. Setelah pengujian alat selesai, penelitian akan dilanjutkan dengan melakukan eksperimen.

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dirancang sebagai langkah terakhir pada penelitian rekayasa, hal tersebut dilakukan untuk mengidentifikasi kesalahan yang mungkin terjadi pada sistem dengan memastikan bahwa semua komponen pembentuk sistem dapat beroperasi dengan baik.

Pengukuran ketepatan sistem dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sistem dengan nilai aktual berdasarkan hasil perhitungan teoritis (Mardani dkk., 2016). Ketepatan mengacu pada kedekatan nilai yang sebenarnya dengan nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran. Persamaan berikut digunakan untuk menentukan tingkat ketepatan pengukuran dari suatu sistem:

$$Accuracy = \left(1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \right) \times 100 \%$$

Y_n adalah nilai RGB yang di atur pada komputer sebelum dicetak dan X_n adalah nilai RGB yang terbaca pada sistem pendeteksi warna.

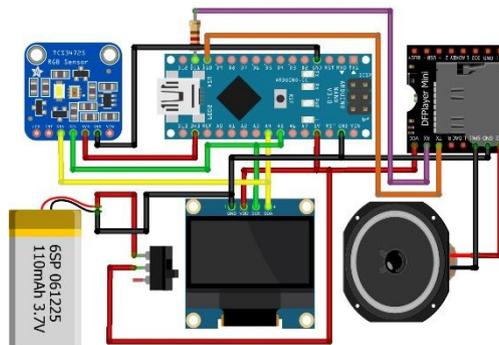
Ketelitian adalah indikator kemampuan untuk memperoleh hasil pengukuran yang konsisten. Hal ini dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Precision = \left(1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}}{\bar{X}} \right| \right) \times 100 \%$$

Di mana X_n merupakan nilai dari data ke-n, dengan n mewakili jumlah total pengukuran, dan \bar{X} mewakili nilai rata-rata dari semua pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada spesifikasi kinerja mencakup bagian-bagian dan kegunaan dari setiap komponennya. Komponen tersebut disusun menjadi rangkaian elektronika seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Elektronika Sistem

Gambar 5 memperlihatkan susunan dari setiap komponen elektronik yang digunakan. Arduino Nano dipilih sebagai mikrokontroler. Baterai Li-po 3,7V didukung oleh modul step up sebagai sumber daya. Sensor warna TCS34725 memiliki 4 pin: SCL, SDA, VCC, dan GND. Pada DFPlayer Mini, pin yang digunakan meliputi VCC, GND, RX, TX, serta SPK1 dan SPK2 yang dihubungkan ke speaker positif dan negatif. Resistor yang dipasang antara RX dan D11 Arduino memiliki nilai 1k Ω . LCD OLED juga memiliki pin yang sama dengan sensor: SCL terhubung ke pin A5 dan SDA ke pin A4 Arduino, serta VCC dan GND. Semua komponen terhubung satu sama lain dan dapat diatur untuk menyala atau mati menggunakan saklar seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5. Program yang telah dirancang menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dapat beroperasi dengan baik terhadap semua komponen elektronik yang digunakan. Gambar 6 merupakan tampilan detail program pada perangkat lunak Arduino IDE.

```
Arduino IDE - skema_pendeteksi_warna.ino
1 #include <Wire.h>
2 #include <Adafruit_GFX.h>
3 #include <Adafruit_SSD1306.h>
4 #include <Adafruit_TCS34725.h>
5 #include <SoftwareSerial.h>
6 #include <DFRobotDFPlayerMini.h>
7
8 // Inisialisasi untuk display OLED
9 Adafruit_SSD1306 display(128, 64, &Wire, -1);
10
11 // Inisialisasi objek sensor warna TCS34725
12 Adafruit_TCS34725 tcs = Adafruit_TCS34725_I2C(TCS34725_INTERRUPT_PIN, TCS34725_GAIN_4X);
13
14 SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX
15 DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;
16
17 void setup() {
18   display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 64*3); // Inisialisasi layar OLED
19   display.clearDisplay();
20
21   mySerial.begin(9600);
22
23   // Inisialisasi komunikasi dengan sensor
24   if (!tcs.begin()) {
25     display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
26     display.setCursor(0, 0);
27     display.println("TCS34725");
28     display.setCursor(0, 10);
29     display.println("OK");
30   }
31 }
```

Gambar 6. Detail Program Arduino IDE

Setelah program pada Gambar 6 dijalankan, nilai RGB warna yang terbaca akan ditampilkan pada LCD OLED dan suara akan keluar melalui speaker. Tampilan pada LCD OLED dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan LCD OLED

Pada gambar 7 ditampilkan hasil pembacaan warna yang menampilkan nilai RGB dan nama warna yang terbaca. Apabila warna tidak teridentifikasi maka yang tampil hanya nilai RGB saja.

Spesifikasi desain ini mencakup ketepatan, presisi, dan pengujian sistem pendeteksi warna. Nilai RGB sistem dan yang ditetapkan dalam Corel Draw dibandingkan untuk mendapatkan data akurasi pembacaan warna. Informasi mengenai ketepatan sistem pendeteksi warna terdapat pada Tabel 1-3.

Tabel 1. Data Ketepatan Nilai R (Red) Sistem Pendeteksi Warna

Nilai R pada Corel Draw	Nilai R pada sensor	Ketepatan Relatif (%)
25	29	84,00
50	37	74,00
75	63	84,00
100	88	88,00
125	116	92,80
150	146	97,33
175	170	97,14
200	204	98,00
225	233	96,44
250	255	98,00
Rata-rata		90,97

Tabel 1 merupakan data ketepatan nilai R (Red) dari sistem pendeteksi warna pada sarung tangan. Hasil pengukuran ketepatan nilai R (Red) sistem pendeteksi warna memiliki ketepatan rata-rata sebesar 90,97%.

Tabel 2. Data Ketepatan Nilai G (Green) Sistem Pendeteksi Warna

Nilai G pada Corel Draw	Nilai G pada sensor	Ketepatan Relatif (%)
25	28	88,00
50	36	72,00

75	62	82,67
100	88	88,00
125	119	95,20
150	150	100,00
175	174	99,43
200	206	97,00
225	233	96,44
250	253	98,80
Rata-rata		91,75

Tabel 2 merupakan data ketepatan nilai G (*Green*) dari sistem pendeteksi warna pada sarung tangan. Hasil pengukuran ketepatan nilai G (*Green*) sistem pendeteksi warna memiliki ketepatan rata-rata sebesar 91,75%.

Tabel 3. Data Ketepatan Nilai B (*Blue*) Sistem Pendeteksi Warna

Nilai B pada Corel Draw	Nilai B pada sensor	Ketepatan Relatif (%)
25	25	100,00
50	33	66,00
75	62	82,67
100	91	91,00
125	124	99,20
150	153	98,00
175	176	99,43
200	207	96,50
225	232	96,89
250	249	99,60
Rata-rata		92,93

Tabel 3 merupakan data ketepatan nilai B (*Blue*) dari sistem pendeteksi warna pada sarung tangan. Hasil pengukuran ketepatan nilai B (*Blue*) sistem pendeteksi warna memiliki rata-rata tingkat ketepatan sebesar 92,93%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi warna tersebut sangat baik dalam akurasi karena mendekati nilai warna yang telah ditetapkan dalam Corel Draw.

Data ketelitian pengukuran didapat dengan melakukan sepuluh kali pengukuran ulang nilai RGB warna menggunakan sistem pendeteksi warna. Informasi mengenai ketelitian sistem pendeteksi warna disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Data Ketelitian Sistem Pendeteksi Warna

No	Nilai RGB Warna			Ketelitian		
	R	G	B	R	G	B
1	119	119	124	0,999	0,999	0,995
2	119	119	125	0,999	0,999	0,997
3	119	119	124	0,999	0,999	0,995
4	118	118	124	0,992	0,992	0,995
5	118	118	124	0,992	0,992	0,995
6	117	117	123	0,984	0,984	0,987
7	120	120	126	0,991	0,991	0,989
8	120	120	126	0,991	0,991	0,989
9	120	120	125	0,991	0,991	0,997
10	119	119	125	0,999	0,999	0,997
Rata-rata	118,9	118,9	124,6	0,994	0,994	0,994

Tabel 4 menampilkan data ketelitian dari pendeteksi warna pada sarung tangan. Hasil pengukuran ketelitian pendeteksi warna untuk nilai RGB memiliki ketelitian rata-rata yang sama sebesar 0,994. Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa ketelitian pada sistem pendeteksi warna sangat baik, karena semua nilai yang diukur mendekati nilai rata-ratanya (Oktaviani, 2023).

SIMPULAN

Hasil dari perancangan sistem pendeteksi warna untuk individu dengan defisiensi penglihatan warna atau buta warna mencakup spesifikasi kinerja dan desain. Spesifikasi kinerja memastikan bahwa sistem secara teknis dapat berfungsi sesuai dengan tujuan fungsionalnya. Sistem pendeteksi warna telah dirancang dan diuji dengan baik untuk individu yang memiliki keterbatasan penglihatan warna atau penderita buta warna karena sistem yang dirancang memiliki ketepatan dan ketelitian yang tinggi. Dengan demikian, diharapkan bahwa inovasi ini bisa membantu individu dengan defisiensi penglihatan warna membedakan warna dalam kehidupan sehari-hari, meskipun mereka memiliki kesulitan melihat perbedaan warna secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, F., Ali, M., Elsherif, M., Salih, A. E., El-Atab, N., & Butt, H. (2023). 3D Printed Intraocular Lens for Managing Color Blindness. *Additive Manufacturing Letters*, 5, 1-8.
- Dhika, RV, Ernawati, & D. Andreswari. 2014. Aplikasi tes buta warna dengan metode isihara. *Journal of KodeSemu*, 1(1), 51–59.
- Kirkup, L. (2019). Experimental methods for science and engineering students: an introduction to the analysis and presentation of data, 2nd edition. In *Contemporary Physics* (Second, Vol. 61, Issue 2). Cambridge University Press.
- Mardani., Yohandri., & Zulhendri Kamus. (2016). Pembuatan Alat ukur Debit Air Menggunakan Sensor Aliran Bebas Mikrokontroler ATMEGA328P. *PILLAR OF PHYSICS*, 8, 105-112.
- Oktaviani, A. M., Yulkifli, & Nofriandi, A. (2023). Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Udara Pada Smart Farming Stroberi Berbasis IoT. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 25526-25535.
- Richter, R., Rares, L. M., & Najooan, I. H. M. (2018). Gambaran Ketajaman Penglihatan terhadap Lama Penggunaan dan Jarak Pandang Gadget pada Siswa Kelas XII SMA Negeri 9 Binsus Manado. *Jurnal e-Clinic*, 6(2), 70-76.
- Salih AE, M. Elsherif, M. Ali, N. Yetisen, H. Butt. 2020. Perangkat yang dapat dipakai untuk mata untuk buta warna. *Lanjut Mater. Technol*
- Sari, N., & Siregar, J. H. (2022). Hubungan Tingkat Tajam Penglihatan dengan Kualitas Hidup pada Pasien dengan Kelainan Refraksi di Poli Mata RSUD Rokan Hulu. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan-Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara*, 21(1), 9-18.
- Wibisono, A. (2009). Hubungan Antara Penglihatan, Pencahayaan, dan Persepsi Manusia dalam Desain Interior. *Ambiance*, 89-94.
- Widianto, S., Adi, K., & Danusaputro, H. (2013). Rancang Bangun Alat Deteksi Warna untuk Membantu Penderita Buta Warna Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA16. *Youngster Physics Journal*, 1(4), 133-142.
- Wulandari, S., & Satria, B. (2021). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Arduino Uno Berbasis IoT (Internet of Things). *Paradigma*, 23(1), 1-8.