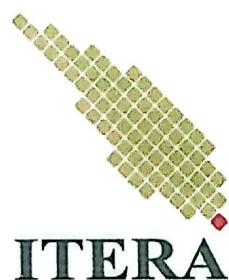


**KALIBRASI SENSOR TCS3200**  
**(Laporan Praktikum Metode Pengukuran dan Kalibrasi)**

Oleh:

NAMA : PAULUS ADIDAMA PRASADA  
NIM : 124490040  
KELAS : RA  
ASISTEN : YUS YUSUF HIDAYAT



**LABORATORIUM REKAYASA INSTRUMENTASI DAN AUTOMASI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA**  
**2025**

**Judul Modul** : **Kalibrasi Sensor TCS3200**

**Tanggal Praktikum** : **23 Oktober 2025**

**Tempat Praktikum** : **Laboratorium Instrumentasi dan Automasi  
Lab. OZT**

**Nama** : **Paulus Adidama Prasada**

**NIM** : **124490040**

**Kelas** : **RA**

**Asisten Praktikum** : **Yus Yusuf Hidayat**

Lampung Selatan, 23 Oktober 2025  
**Mengetahui,**

**Yus Yusuf Hidayat**  
**123490038**

# KALIBRASI SENSOR TCS3200

PAULUS ADIDAMA PRASADA

Paulus.124490040@student.itb.ac.id

## ABSTRAK

Percobaan ini bertujuan untuk memahami prinsip kerja serta proses kalibrasi sensor warna TCS3200 yang di integrasikan dengan mikrokontroler ESP32. Sensor TCS3200 bekerja dengan mengubah intensitas cahaya pantulan dari objek menjadi sinyal frekuensi yang mewakili tiga komponen utama warna, yaitu merah (R), biru (B), dan hijau (G). Frekuensi keluaran sensor berbanding terbalik dengan intensitas cahaya yang diterima, sehingga semakin kuat pantulan cahaya semakin kecil nilai pulse width (Pw) yang dihasilkan. Kalibrasi dilakukan menggunakan referensi warna hitam sebagai batas maksimum Pw dan putih sebagai batas minimum Pw. Hasil percobaan menunjukkan bahwa rata-rata Pw untuk referensi hitam adalah Red: 1482.6, Green: 1741.2, dan Blue: 1920.2, sedangkan untuk referensi putih diperoleh Red: 40.2, Green: 12.2, dan Blue: 34. Perbedaan ini membuktikan bahwa sensor mampu membedakan tingkat intensitas pantulan cahaya dengan baik. Setelah kalibrasi, nilai RGB dapat dinormalisasi ke skala 0-255 sehingga sensor mampu menggeneralisasi warna dengan akurasi yang lebih tinggi. Proses kalibrasi ini penting untuk mengurangi pengaruh pencahayaan lingkungan dan privasi perangkat agar hasil pembacaan warna menjadi lebih konsisten dan presisi.

Kata kunci : Sensor warna TCS3200, Kalibrasi, Intensitas cahaya, Warna referensi, pulse width, RGB

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi sensor berbasis Cahaya semakin pesat dan banyak dikembangkan dalam berbagai bidang, seperti Sistem robotika, industri otomatis, dan perangkat internet of thing(IoT). Salah satu jenis sensor yang banyak digunakan dalam aplikasi tersebut adalah sensor warna TCS3200, yang memiliki kemampuan mendekripsi komposisi warna suatu objek melalui analisis intensitas cahaya yang diterima oleh fotodioda menjadi sinyal frekuensi digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler, seperti ESP32 [1].

Dalam penerapannya, pembacaan sensor TCS3200 sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti intensitas cahaya, jarak sensor dengan objek, serta variasi karakteristik dari modul sensor itu sendiri[2]. Oleh karena itu, proses kalibrasi menjadi langkah penting agar data yang dihasilkan memiliki akurasi tinggi. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan referensi warna hitam dan putih untuk menentukan batas minimum dan maksimum nilai pulse width (Pw), yang kemudian digunakan untuk memormalkan hasil pembacaan RGB ke dalam rentang 0-255.

Melalui proses ini, sensor dapat mengonversi data cahaya menjadi informasi yang lebih presisi dan dapat dibandingkan secara numerik. Penggunaan ESP32 sebagai mikrokontroler utama mempermudah karena memiliki kemampuan pengolahan data yang cepat, koneksi nirkabel, serta dukungan terhadap antarmuka digital sensor.

#### 1.2 Tujuan Percobaan

1. Memahami prinsip kerja sensor warna TCS3200
2. Mengintegrasikan sensor TCS3200 dengan ESP32
3. Melakukan kalibrasi menggunakan referensi warna hitam dan Putih
4. Mendekripsi warna objek dengan nilai RGB yang dinormalisasi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Prinsip Dasar Sensor Warna TCS3200

Sensor warna merupakan komponen elektronika optik yang berfungsi untuk mendekripsi dan mengukur komposisi warna dari suatu objek berdasarkan pantulan cahaya yang di terimanya. Prinsip kerja sensor warna didasarkan pada sifat refleksi dan absorpsi cahaya, dimana cahaya putih yang mengenai permukaan objek akan dipantulkan sebagian dan diserap sebagian sesuai panjang gelombang warna dominan objek tersebut [3].

Pengukuran warna secara elektronik memerlukan sistem yang dapat mendekripsi perubahan intensitas cahaya secara akurat, karena setiap warna memiliki panjang gelombang dan tingkat reflektivitas yang berbeda [4]. Oleh sebab itu, penggunaan sensor warna berbasis fotodioda seperti TCS3200 menjadi solusi efektif untuk sistem deteksi otomatis.

#### 2.2 Sensor TCS3200 dan Karakteristiknya

Sensor TCS3200 adalah sensor warna berbasis silikon yang dikembangkan oleh TAOS (Texas Advanced Optoelectronic Solutions). Sensor ini terdiri atas array  $8 \times 8$  fotodioda yang masing-masing diketempelkan menjadi empat filter: 16 fotodioda merah, 16 hijau, 16 biru, dan 16 tumpu filter (clear). Cahaya yang masuk ke fotodioda dikonversi menjadi arus listrik yang proporsional dengan intensitas warna tersebut [5]. Sinyal keluaran diubah menjadi frekuensi gelombang persegi (square wave) dengan duty cycle 50%, sehingga dapat langsung dibaca oleh mikrokontroler melalui pin digital. Pengaturan sensitivitas dilakukan melalui pin S0 dan S1 (pengaturan skala frekuensi), sedangkan S2 dan S3 digunakan untuk memilih filter warna yang aktif (merah, hijau, atau biru). Semakin besar intensitas cahaya, semakin kecil nilai pulse width (pw) yang terukur [6].

### 2.3. Kalibrasi Sensor Warna

Kalibrasi merupakan proses penting dalam sistem sensorik dalam memastikan hasil pengukuran sesuai dengan kondisi nyata. Dalam konteks TCS3200, kalibrasi dilakukan menggunakan dua referensi ekstrem, yaitu warna hitam dan putih [7]. Warna hitam digunakan sebagai referensi PW maksimum karena hampir tidak memantulkan cahaya, sementara warna putih digunakan sebagai PW minimum karena meneantulkan hampir seluruh spektrum cahaya. Nilai-nilai tersebut digunakan dalam proses normalisasi untuk mengonversi hasil pembacaan sensor ke skala 0-255.

Dengan proses ini, sensor mampu mengeluarkan nilai RGB yang mempresentasikan tingkat dominasi warna objek secara proporsional. Akurasi pembacaan sensor warna TCS3200 meningkat hingga 95% setelah proses kalibrasi dibandingkan sebelum dikalibrasi, terutama jika dilakukan dalam kondisi pencahayaan stabil [8].

### 2.4. Aplikasi Sensor Warna

Sensor warna TCS3200 banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti industri pengolahan makanan, robotika cerdas, pengendalian kualitas produk, dan sistem sortir warna otomatis. Dalam industri tekstil dan pangan, sensor warna membantu mengidentifikasi perbedaan warna yang tidak dapat dibedakan mata manusia secara konsisten. Sementara dalam robotika, sensor ini digunakan pada robot line follower untuk mendeteksi jalur berwarna tertentu [9].

Kombinasi TCS3200 dan ESP32 dapat digunakan sebagai sistem pendekripsi warna otomatis dengan tingkat keandalan tinggi dan konsumsi daya rendah, hasil serupa dilaporkan yang menggunakan TCS3200 dalam sistem sortir warna berbasis konveyor untuk memisahkan objek berdasarkan warna dominan RGB. Dengan demikian, melalui proses kalibrasi yang tepat dan integrasi mikrokontroler yang sesuai, Sensor TCS3200 mampu menjadi solusi efisien dalam sistem pengukuran dan pengontrolan warna.

## BAB III

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Data Hasil Percobaan

Tabel 3.1.1. Hasil Data kalibrasi referensi hitam

No	Red PW	Green PW	Blue PW
1	1450	1708	1404
2	1481	1754	1427
3	1492	1747	1426
4	1499	1744	1418
5	1491	1753	1426
Rata-rata	1482,6	1741,2	1420,2

Tabel 3.1.2. Hasil Data kalibrasi Putih referensi

No	Red PW	Green PW	Blue PW
1	41	43	39
2	40	42	39
3	40	42	39
4	40	42	39
5	40	42	39
Rata-rata	40,2	42,2	39

19:40:13.424 -> Red PW = 1450 | Green PW = 1708 | Blue PW = 1404  
19:40:14.032 -> Red PW = 1481 | Green PW = 1754 | Blue PW = 1427  
19:40:14.610 -> Red PW = 1492 | Green PW = 1747 | Blue PW = 1426  
19:40:15.263 -> Red PW = 1499 | Green PW = 1744 | Blue PW = 1418  
19:40:15.854 -> Red PW = 1491 | Green PW = 1753 | Blue PW = 1426  
19:40:16.477 -> Red PW = 1506 | Green PW = 1768 | Blue PW = 1441  
19:40:17.086 -> Red PW = 1510 | Green PW = 1782 | Blue PW = 1452  
19:40:17.680 -> Red PW = 1511 | Green PW = 1775 | Blue PW = 1445  
19:40:18.263 -> Red PW = 1522 | Green PW = 1785 | Blue PW = 1447  
19:40:18.870 -> Red PW = 1518 | Green PW = 1781 | Blue PW = 1451

Gambar 3.1.2 kalibrasi referensi warna hitam  
menggunakan Sensor Warna TCS3200

```
R: 237 | G: 212 | B: 211  
Warna: Merah  
R: 237 | G: 212 | B: 211  
Warna: Merah  
R: 238 | G: 214 | B: 213  
Warna: Merah  
R: 237 | G: 213 | B: 212  
Warna: Merah  
R: 237 | G: 212 | B: 211  
Warna: Merah
```

Gambar 3.1.2 Pengukuran warna merah

```
19:49:42.733 -> R: 180 | G: 211 | B: 197  
19:49:42.733 -> Warna: Hijau  
19:49:43.492 -> R: 180 | G: 211 | B: 197  
19:49:43.492 -> Warna: Hijau  
19:49:44.295 -> R: 182 | G: 214 | B: 201  
19:49:44.295 -> Warna: Hijau  
19:49:45.122 -> R: 188 | G: 215 | B: 201  
19:49:45.122 -> Warna: Hijau  
19:49:45.897 -> R: 187 | G: 214 | B: 201  
19:49:45.897 -> Warna: Hijau
```

Gambar 3.1.3 Pengukuran warna hijau

```
R: 145 | G: 202 | B: 216  
Warna: Biru  
R: 144 | G: 202 | B: 216  
Warna: Biru  
R: 145 | G: 202 | B: 216  
Warna: Biru  
R: 145 | G: 202 | B: 216  
Warna: Biru  
R: 144 | G: 202 | B: 216  
Warna: Biru
```

Gambar 3.1.4 Pengukuran warna Biru

### 3.2 Pembahasan

#### ⇒ Perhitungan

$$\text{Rata-rata} = \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{n}$$

- Referensi Hitam :

$$\bar{x}_{\text{Red PW}} = \frac{1450 + 1481 + 1492 + 1499 + 1491}{5} = 1482,6$$

$$\bar{x}_{\text{Green PW}} = \frac{1708 + 1754 + 1747 + 1744 + 1753}{5} = 1741,2$$

$$\bar{x}_{\text{Blue PW}} = \frac{1404 + 1427 + 1426 + 1418 + 1426}{5} = 1420,2$$

- Referensi Putih :

$$\bar{x}_{\text{Red PW}} = \frac{41 + 40 + 40 + 40 + 40}{5} = 40,2$$

$$\bar{x}_{\text{Green PW}} = \frac{43 + 42 + 42 + 42 + 42}{5} = 42,12$$

$$\bar{x}_{\text{Blue PW}} = \frac{34 + 34 + 34 + 34 + 34}{5} = 34$$

Dari data perhitungan diatas, diperoleh rata-rata nilai pada referensi hitam untuk kanal Red sebesar 1482,6 Green 1741,2 PW, dan Blue 1420,2. Sementara itu, pada referensi putih diperoleh nilai rata-rata Red sebesar 40,2 PW, Green 42,12 PW, dan Blue 34 PW. Perbedaan yang signifikan antara kedua data tersebut menunjukkan bahwa nilai pulse width (PW) berbanding terbalik dengan intensitas Cahaya yang diterima sensor. Permutukan warna hitam memantulkan sedikit cahaya sehingga nilai PW meningkat. Sedangkan permutukan putih memantulkan lebih banyak cahaya sehingga nilai PW menurun. Hal ini membuktikan bahwa sensor mampu merespons perubahan intensitas cahaya dengan baik dan akurat. Selain itu, nilai rata-rata yang stabil pada setiap pengulangan menandakan sensor memiliki sensitivitas dan konsistensi pengukuran yang baik. Dengan demikian, hasil kalibrasi ini dapat digunakan sebagai dasar dalam pengukuran warna benda lain secara tepat dan terkalibrasi.

## BAB IV

### PENUTUP

#### 4.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dalam percobaan ini, yaitu:

1. Sensor warna mampu mendekripsi warna merah, hijau, dan biru berdasarkan frekuensi keluaran yang dihasilkan.
2. Proses kalibrasi dengan referensi warna hitam dan putih meningkatkan akurasi hasil pembacaan sensor.
3. Integrasi dengan esp32 mempermudah pembacaan nilai DfEB secara real time dan efisien.
4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor bekerja optimal pada kondisi pencahayaan stabil dan jarak tetap antara sensor dan objek.

#### 4.2. Saran

Adapun saran dalam percobaan ini, yaitu:

1. Lakukan kalibrasi ulang secara berkala untuk menjaga ketepatan hasil pengukuran.
2. Gunakan pencahayaan konstan agar hasil deteksi tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya lingkungan.
3. Hindari jarak sensor terlalu jauh dari objek untuk mencegah kesalahan pembacaan.
4. Disarankan menggunakan filter optik tambahan untuk mengurangi gangguan dari cahaya luar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rahman, S. Putra ,dkk," Implementasi Sensor Warna TCS3200 pada Sistem Deteksi Warna Berbasis ESP32," Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Vol. II, no. 1, 2023
- [2] M. S. Subakti , " Development of Arduino -Based TCS3200 Color Sensor and Its Application on Determination of Rhodamine B level in Syrup," Jurnal Kimia Indonesia, Vol. II, no. 1, 2024
- [3] TAOS Inc, "TCS3200, TCS3200 Programmable Color Light-to - frequency Converter DataSheet , " TAOS , TEXAS, 2020.
- [4] H. Singh ,dkk, " Color Sorting Using TCS3200 Sensor and Conveyor Mechanism," International Journal Of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering, Vol. II, no 5 , 2022
- [5] DFRobot, TCS3200 Color Sensor Wiki Documentation , DFRobot, California , 2023
- [6] N. Kadir, Sensor dan Transduser Elektronika Industri , Jakarta : Graha Ilmu , 2020
- [7] S. Sumardi , "Dasar-Dasar Instrumentasi dan Pengukuran Elektronik , Bandung ; Informatika , 2020
- [8] J. Wilman dan C. Halkias, Electronics Devices and Circuits, 4th ed., New York ; McGraw-Hill , 2021
- [9] M. Bishop , Microcontroller Principles and Applications, New York : Person Education , 2021

## Modul 6

Nama Kelompok

- Katica Humara Anandita → 124490007
- Detri Elisa Amilia → 124490013
- Paulus Hildama Prasada → 124490040
- Samuel Jordan Siagian → 124490046

Data kalibrasi referensi hitam

No	Red PW	Green PW	Blue PW
1	1450	1708	1404
2	1481	1754	1427
3	1492	1747	1426
4	1499	1744	1418
5	1491	1753	1426
Rata-Rata	1482,6	1741,2	1420,2

Data kalibrasi referensi putih

No	Red PW	Green PW	Blue PW
1	41	43	34
2	40	42	34
3	40	42	34
4	40	42	34
5	40	42	34
Rata-Rata	40,2	42,2	34

Lamongan Selatan 23 Oktober 2025  
Mengetahui

yus Yusuf Hidayat  
123490038

Nama : Paulus

NIM

Kelompok : 1

Modul : G Kalibrasi Sensor TCS3200

96

1. Jelaskan fungsi pin S0 S1 S2 S3 pada sensor TCS3200
2. Apa fungsi utama sensor warna TCS3200
3. Apa penggunaan utama ESP32 dan Arduino Uno untuk Interfacing TCS3200
4. Tuliskan alat dan bahan

Jawaban :

1. Pin S0 dan S1 berfungsi untuk mengukur skala frekuensi pada output sensor  
Pin S2 dan S3 berfungsi untuk memilih filter pada jenis warna ✓
2. Sensor TCS3200 berfungsi untuk mendekripsi dan mengidentifikasi warna (R,G,B) pada objek berdasarkan intensitas yang dipantulkan objek 23
3. ESP32 memiliki kelebihan upload yang lebih baik daripada Arduino Uno  
Selain itu ESP32 memiliki WiFi, Bluetooth dan port serial

- Arduino Uno tidak. Oleh karena itu ESP32 cocok untuk proyek yang membutuhkan mikrokontroler yang lebih cepat
- A. - Modul sensor warna TCS3200
  - Kabel jumper (male to male)
  - Komputer yang sudah ada program / software Arduino IDE
  - Mikrokontroler ESP32 ✓
  - Breadboard
  - Kertas warna hitam dan putih

Lanjutkan no 3. ESP 32 memiliki pin yang tegangannya 3,3 volt  
Sedangkan Arduino Uno ada 3,3v dan 5volt 23

Nama : Paulus Adidama Prasada  
NIM : 124490040  
Kelas : RA  
kelompok :

97

### Tugas Pendahuan MPK modul 6

1. Apa fungsi utama sensor warna TCS 3200?
2. Mengapa kalibrasi diperlukan dalam penggunaan sensor TCS3200?  
Sebutkan 2 masing-masing dalam menentukan nilai minimum dan maksimum.
3. Jelaskan fungsi pin S0, S1, S2, dan S3 pada sensor TCS 3200?
4. Apa perbedaan utama antara penggunaan ESP32 dan Arduino Uno untuk interfacing dengan TCS 3200?

Jawaban:

1. Fungsi utama sensor warna TCS 3200 adalah mendekripsi dan mengidentifikasi warna suatu objek berdasarkan intensitas cahaya merah (Red), hijau (green) dan biru (blue). Yang dipantulkan oleh objek tersebut. TCS 3200 digunakan untuk mengetahui warna, mengukur tingkat pencahayaan dan menentukan komposisi warna suatu benda.
2. Kalibrasi diperlukan agar sensor TCS 3200 dapat memberikan hasil pembacaan yang akurat dan konsisten, karena setiap sensor memiliki sensitivitas berbeda terhadap intensitas cahaya dan kondisi diperlukan proses penyesuaian terhadap lingkungan dan kalibrasi awal.  
Warna putih (putih standar) = digunakan untuk menentukan nilai maksimum (intensitas tertinggi) karena memantulkan warna (cahaya)  
Warna hitam (hitam standar) = digunakan untuk memantulkan nilai minimum (intensitas terendah) karena menyerap cahaya
3. Sensor TCS 3200 memiliki 4 pin pengendali utama, yaitu S0, S1, S2, S3 yang berfungsi untuk mengatur skala frekuensi keluaran dan pemilihan filter warna:  
S0 dan S1 berfungsi untuk mengatur skala frekuensi output sensor  
Seperti apa besar frekuensi yang dihasilkan dibandingkan intensitas cahaya yang diterima?  
S2 dan S3 digunakan untuk memilih jenis filter warna yang akan digunakan sensor (merah, hijau, biru, atau uva).
4. Perbedaan utama : ESP32 memiliki prosesor lebih cepat, mempunyai WiFi dan ~~bluetooth~~ serta cocok untuk aplikasi IoT dan penyelesaian data real time. Sementara Arduino Uno bekerja lebih lambat, tidak memiliki koneksi nirkabel bagus, dan lebih cocok untuk eksperimen dasar atau projek sederhana

22