



**JURNAL TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK DIRGANTARA DAN INDUSTRI**



**Prototype Robot Pensortir Kemasan Obat Berdasarkan Warna RGB Pada  
Warna Kemasan Obat Menggunakan Sensor TCS-3200 Dan HC-SR04**

**Dicky Juliansyah, Dr.Ir. Yohannes Dewanto, MT**

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Dirgantara dan Industri

Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

**Abstract**

*Advancements in healthcare technology drive innovation for efficiency and accuracy in medication production and distribution. A major challenge in the industry is that sorting drug packaging based on circle color is still manual and prone to errors. This final project report discusses the design and implementation of an automated sorting robot prototype based on color circles on medication packaging using TCS-3200 and HC-SR04 sensors. The TCS-3200 sensor detects packaging colors with high precision, while the HC-SR04 ultrasonic sensor counts objects in the storage box. This robot, controlled by an Arduino Nano, can identify and sort drug packaging with  $\pm 99\%$  and  $\pm 0.07\%$  accuracy, timing precision of  $\pm 5$  seconds  $\pm 2$  seconds, and effective object counting. Testing was conducted under various conditions to evaluate performance, color detection accuracy, sorting speed, and system reliability.*

**Keywords:** *sorting robot, RGB, HC-SR04, TCS-3200, Arduino Nano*

**Abstrak.**

*Kemajuan teknologi kesehatan mendorong inovasi untuk efisiensi dan akurasi dalam produksi dan pendistribusian obat. Tantangan utama dalam industri ini adalah pensortiran kemasan obat berdasarkan warna lingkaran masih maual dan rentan terjadi kesalahan. Pada laporan tugas akhir ini, akan membahas perancangan dan implementasi prototype robot pensortir otomatis berdasarkan lingkaran warna pada kemasan obat menggunakan sensor TCS-3200 dan HC-SR04. Sensor TCS-3200 mendeteksi warna kemasan dengan presisi tinggi, sementara sensor ultrasonik HC-SR04 menghitung objek di kotak penyimpanan. Robot ini, yang dikendalikan oleh Arduino Nano, dapat mengidentifikasi dan menyortir kemasan obat dengan akurasi  $\pm 99\%$  dan  $\pm 0,07\%$  kesalahan, ketepatan waktu  $\pm 5$  detik  $\pm 2$  detik, dan efektif dalam menghitung objek. Pengujian dilakukan dalam berbagai kondisi untuk mengevaluasi kinerja, akurasi deteksi warna, kecepatan pensortiran, dan keandalan sistem.*

**Kata Kunci:** *robot pensortir, HC-SR04, TCS-3200, Arduino Nano*

## PENDAHULUAN :

Kemajuan teknologi di bidang industri kesehatan telah mendorong pengembangan berbagai inovasi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses produksi dan distribusi obat-obatan. Penyortiran manual yang dilakukan oleh pekerja dalam industri ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga rawan terhadap kesalahan manusia (*human error*), yang dapat berdampak pada kualitas produk dan juga radiasi saat pembuatan obat-obatan yang berbahaya atau radiasi yang tinggi seperti pembuatan obat kanker yang mempengaruhi keselamatan serta kesehatan pekerja.

Robot lengan (*robotic arm*) sering ditemui di bidang industri, biasa digunakan dalam penyortiran barang atau pemindahan barang secara otomatis. Umumnya robot lengan terdiri dari beberapa komponen yaitu sensor, akuator dan kontroler.

Pada laporan tugas akhir ini, sistem yang dibangun adalah penyortir objek secara otomatis berdasarkan warna RGB. Dirancang menggunakan robot lengan berfungsi sebagai pengangkat barang dan konveyor sebagai lintasan dilengkapi sensor TCS-3200 untuk mendeteksi warna, HC-SR04 sebagai perhitungan. Lalu dikendalikan oleh Arduino uno dan LCD untuk menampilkan jumlah objek yang telah disortir berdasarkan warna RGB (Merah, Hijau, Biru).

## RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana hasil perancangan alat pensortir kemasan obat berdasarkan warna RGB

pada makanan kemasan obat menggunakan sensor warna TCS-3200 dan sensor HC-SR04

2. Bagaimana pengujian perangkat robot lengan, 3 sensor Ultrasonik HCSR04 dalam perbandingan antara 3 sensor tersebut , serta pengujian sensor warna TCS-3200 terhadap objek, Dan pengujian waktu alat keseluruhan.

## MAKSUD DAN TUJUAN

Berdasarkan latar belakang diatas, maksud tugas akhir ini adalah perancangan robot pensortir kemasan obat berdasarkan warna RGB yaitu memudahkan manusia dalam sektor farmasi/kesehatan di Indonesia, dalam melakukan suatu pekerjaan yang tingkat kecelakaan tinggi. Penelitian ini bertujuan efisiensi jumlah produksi ataupun barang yang terlalu banyak dan membutuhkan efisiensi waktu yang cepat.

## LANDASAN TEORI :

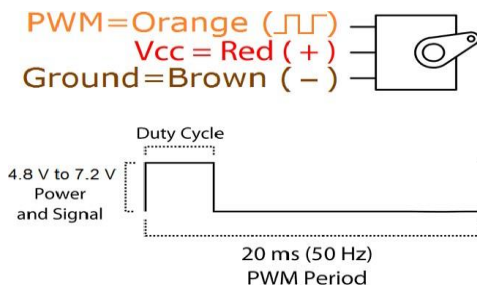
### Robotika

Robotika merupakan cabang ilmu yang menggabungkan berbagai disiplin ilmu seperti mekanika elektronika, dan pemrograman komputer untuk merancang, membangun, dan mengoperasikan robot. Salah satu aspek penting dalam pengembangan robot adalah sistem kendali atau kontrol yang digunakan. Sistem kendali ini bertanggung jawab untuk mengatur perilaku dan respons robot terhadap input dari lingkungan atau pengguna. Secara keseluruhan, integrasi antara sistem kendali

yang efektif dengan sensor yang tepat merupakan kunci utama dalam pengembangan robotika yang canggih dan efisien.

**Servo MG995 dan Servo MG90**

Servo adalah sebuah akuator yang digunakan untuk mengontrol posisi, kecepatan, dan percepatan dengan presisi tinggi. Servo sendiri banyak sekali tipenya, namun pada tugas akhir ini servo yang digunakan adalah servo MG995 dan servo MG90.



Berdasarkan gambar di atas prinsip kerja dari servo MG995 dan servo MG90 adalah :

1. Sinyal PWM : Sinyal PWM dari kontroler memiliki periode sekitar 20 ms dengan lebar pulsa antara 1 ms hingga 2 ms.
2. Posisi Poros : Lebar pulsa 1 ms biasanya mengatur servo ke 0 derajat, 2 ms ke 180 derajat, dan lebar pulsa antara keduanya mengatur posisi antara 0 hingga 180 derajat.
3. Umpan Balik Posisi : Potensiometer internal servo memberikan umpan balik posisi poros ke rangkaian kontrol servo.
4. Koreksi Posisi : Rangkaian kontrol servo menyesuaikan motor untuk menggerakkan poros ke posisi yang diinginkan berdasarkan sinyal PWM dan umpan balik dari potensiometer.

**Sensor Ultrasonik HC-SR04**

Sensor Ultrasonik adalah perangkat yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak antara sensor dan objek. Sensor yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sensor HC-SR04. Sensor HC-SR04 adalah sensor ultrasonik yang mengukur jarak benda dari 2 cm hingga 4 m dengan akurasi 3 mm. Sensor ini memancarkan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40.000 Hz melalui udara, dan gelombang yang terhalang oleh benda akan memantul kembali ke sensor. Berikut merupakan persamaan untuk mencari nilai error jarak dan objek :

$$\text{Error Jarak (cm)} = \text{Jarak Terukur} - \text{Jarak Sesungguhnya}$$

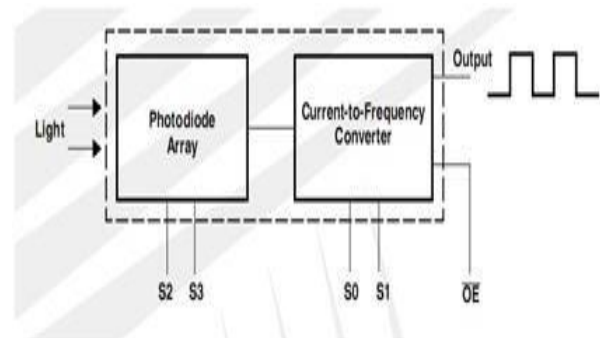
$$\text{Error Jarak (\%)} = \frac{\text{Error Jarak (cm)}}{\text{Jarak Sesungguhnya}} \times 100 \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\text{Error Hitung Objek (\%)}$$

$$= \frac{\text{Jumlah Objek Terhitung} - \text{Jumlah Objek Sesungguhnya}}{\text{Jumlah Objek Sesungguhnya}} \times 100\%$$

**Sensor Warna TCS-3200**

Sensor Warna TCS-3200 adalah salah satu jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi warna. Sensor TCS-3200 bekerja dengan mengubah intensitas cahaya yang dipantulkan oleh objek menjadi frekuensi yang dapat dibaca oleh mikrokontroler.



Berdasarkan gambar di atas cara kerja sensor TCS-3200 adalah :

1. Pencahayaan Objek : LED putih menerangi objek, dan cahaya pantulan diterima oleh sensor TCS3200.
2. Pengambilan Data : Sensor TCS-3200 menggunakan filter warna (merah, hijau, biru, clear) untuk mengukur intensitas cahaya pada panjang gelombang tertentu.
3. Output Frekuensi : Intensitas cahaya diubah menjadi sinyal frekuensi oleh sensor, yang dibaca oleh mikrokontroler untuk menentukan warna objek.

Persamaan untuk menghitung nilai error dan akurasi :

$$Error (\%) = \frac{Nilai Percobaan 1 - Nilai Percobaan 2}{Nilai Percobaan 1} \times 100\% \quad (2.2)$$

Nilai Percobaan 1 dan 2 = Nilai salah satu dari R,G,B dalam tabel percobaan 1 untuk mengetahui nilai error dari salah satu warna .

$$Akurasi (\%) = 100\% - Error (\%)$$

## Arduino

Arduino Nano adalah salah satu jenis mikrokontroler berbasis ATmega328 yang sangat populer dalam komunitas pembuat dan pengembang perangkat keras. Secara singkat berikut merupakan prinsip kerja dari Arduino Uno :

1. Pemrograman : Arduino Nano diprogram menggunakan Arduino IDE, yang menyediakan lingkungan pemrograman dan pustaka yang mudah digunakan.
2. Eksekusi instruksi : Program yang diunggah

ke memori flash Arduino Nano dijalankan oleh mikrokontroler ATmega328, mengontrol respons terhadap input dan output.

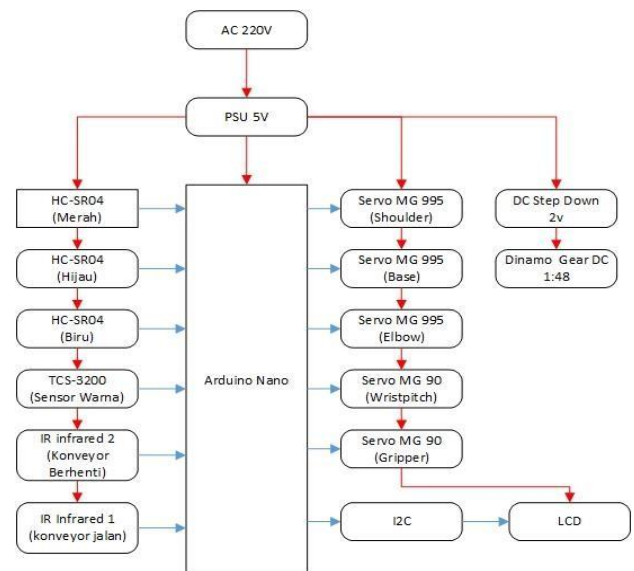
3. Interfacing : Arduino Nano berkomunikasi dengan perangkat lain melalui pin digital dan analog serta antarmuka komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C.

Berikut merupakan pin-pin utama yang terdapat pada Arduino :

1. UART : Pin D0 dan D1 untuk komunikasi serial dengan perangkat lain.
2. SPI : Pin D10, D11, D12, D13 untuk komunikasi cepat dengan sensor dan modul.
3. I2C : Pin A4 (SDA) dan A5 (SCL) untuk komunikasi dengan beberapa perangkat menggunakan dua kabel.

## PERANCANGAN :

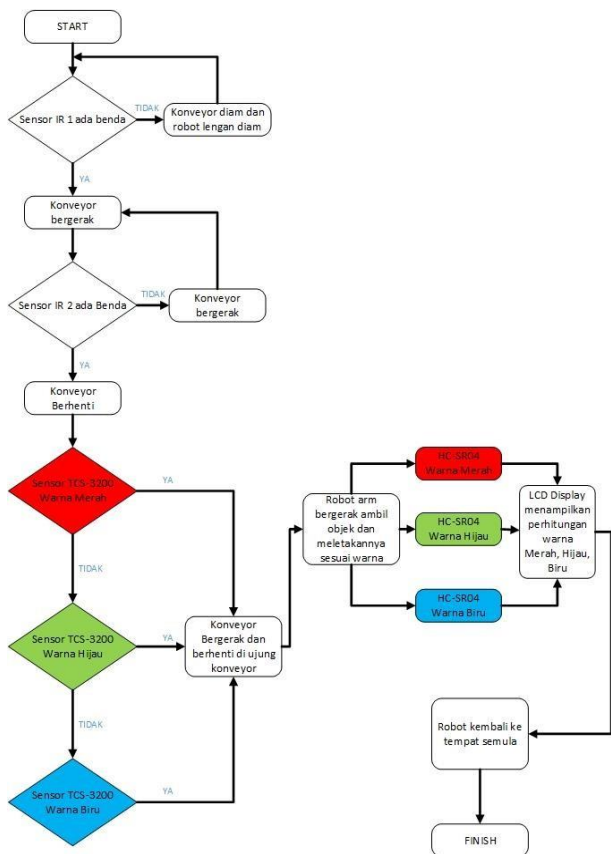
### Blok Diagram



Sistem ini menggunakan power supply 5V DC untuk semua komponen. Sensor TCS-3200 mendeteksi warna RGB dan mengirim instruksi

ke conveyor. Sensor HC-SR04 mendeteksi objek yang sudah disortir untuk ditempatkan di kotak sesuai warna. Sensor IR Infrared mengontrol conveyor saat ada barang. Servo menggerakkan robot lengan untuk mengambil dan meletakkan objek di kotak penyimpanan sesuai warna yang terdeteksi. LCD display I2C menampilkan jumlah objek yang telah disortir. Arduino Nano bertindak sebagai kontroler, menjalankan instruksi dari program yang dibuat di Arduino IDE. Semua komponen mendapatkan daya dari power supply 5V DC.

**Flowchart Sistem Kerja**



Saat sistem diaktifkan, Arduino Nano melakukan inialisasi dan standby. IR Infrared (1) mendeteksi objek di conveyor; jika ada, conveyor bergerak ke sensor TCS-3200. Jika

tidak, conveyor dan robot lengan tetap diam. Setelah TCS-3200 mendeteksi objek, conveyor membawa objek ke titik tertentu selama 3700 ms, lalu robot lengan memindahkan objek ke kotak penyimpanan sesuai warna. Sensor HC-SR04 mendeteksi objek dengan jarak 7 cm sebelum masuk ke kotak, dan jumlah objek ditampilkan di LCD Display I2C. Robot lengan kemudian kembali ke posisi awal.

**HASIL PEMBAHASAN :**

**Pengujian Robot Lengan Saat Pengambilan**

Pengujian terhadap robot lengan bertujuan untuk mengetahui kinerja servo pada robot lengan, dilakukan pengujian masing-masing warna sebanyak 3 kali secara berurutan dan waktu yang dibutuhkan dalam proses pengambilan objek. Dari percobaan tersebut dihasilkan tabel pengujian seperti berikut :

| No | Warna Terdeteksi (RGB) | Jarak Terukur (cm) | Jarak Sesungguhnya (cm) | Error Jarak (cm) | Error Jarak (%) | Akurasi (%) | Waktu Pengambilan (s) | Status   |
|----|------------------------|--------------------|-------------------------|------------------|-----------------|-------------|-----------------------|----------|
| 1  | Merah                  | 25                 | 25                      | 0                | 0               | 100         | 5.26                  | Berhasil |
| 2  | Merah                  | 25                 | 24                      | 1                | 0,04            | 99,96       | 4.75                  | Berhasil |
| 3  | Merah                  | 27                 | 27                      | 0                | 0               | 100         | 4.71                  | Berhasil |
| 4  | Hijau                  | 26                 | 25                      | 1                | 0,04            | 99,96       | 5.28                  | Berhasil |
| 5  | Hijau                  | 25                 | 25                      | 0                | 0               | 100         | 5.38                  | Berhasil |
| 6  | Hijau                  | 27                 | 27                      | 0                | 0               | 100         | 5.38                  | Berhasil |
| 7  | Biru                   | 27                 | 27                      | 0                | 0               | 100         | 5.30                  | Berhasil |
| 8  | Biru                   | 25                 | 25                      | 0                | 0               | 100         | 5.10                  | Berhasil |
| 9  | Biru                   | 25                 | 25                      | 0                | 0               | 100         | 4.97                  | Berhasil |

Dari tabel di atas perbandingan pembacaan jarak sesungguhnya dengan jarak yang terbaca oleh ultrasonic HC-SR04 sangat kecil. Sedangkan untuk performa waktu pengambilan dan pemindahan objek diseluruh percobaan konsisten dengan pengambilan ±5 detik dan pemindahan ±2 detik. Ini menunjukkan robot lengan memiliki performa yang cepat dan stabil.



### Pengujian Robot Lengan Saat Pemindahan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja servo pada robot lengan dan ketepatan dalam meletakkan objek ke kotak penyimpanan sesuai dengan warna yang telah dideteksi. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali secara berurutan. Berikut merupakan tabel pengujian robot lengan ketika proses pemindahan objek :

| No | Warna Terdeteksi (RGB) | Jarak Terukur (cm) | Jarak Sesungguhnya (cm) | Error Jarak (cm) | Error Jarak (%) | Akurasi (%) | Waktu Pemindahan (s) | Status   |
|----|------------------------|--------------------|-------------------------|------------------|-----------------|-------------|----------------------|----------|
| 1  | Merah                  | 23                 | 23                      | 0                | 0               | 100         | 2.48                 | Berhasil |
| 2  | Merah                  | 25                 | 24                      | 1                | 4               | 96          | 2.86                 | Berhasil |
| 3  | Merah                  | 21                 | 23,5                    | 2,5              | 10,6            | 89,4        | 2.77                 | Berhasil |
| 4  | Hijau                  | 22                 | 22,5                    | 0,5              | 2,2             | 97,8        | 2.41                 | Berhasil |
| 5  | Hijau                  | 27                 | 26,5                    | 0,5              | 1,8             | 98,2        | 2.36                 | Berhasil |
| 6  | Hijau                  | 27                 | 27,5                    | 0,5              | 1,8             | 98,2        | 2.36                 | Berhasil |
| 7  | Biru                   | 21                 | 23                      | 2                | 8,6             | 91,4        | 2.44                 | Berhasil |
| 8  | Biru                   | 23                 | 23,5                    | 0,5              | 1,8             | 98,2        | 2.56                 | Berhasil |
| 9  | Biru                   | 25                 | 23,5                    | 2,5              | 10,6            | 89,4        | 2.81                 | Berhasil |

Dari tabel di atas nilai error yang dihasilkan relative besar dikarenakan objek yang jatuh bebas mengakibatkan posisi yang selalu berubah di setiap percobaan. Selanjutnya untuk waktu pemindahan objek dinilai konsisten diseluruh percobaan. Sehingga dapat dikatakan performa robot lengan cepat dan stabil saat melakukan pemindahan.

### Pengujian Sensor TCS-3200

Pengujian sensor TCS-3200 ini dilakukan untuk melihat apakah warna yang dideteksi oleh sistem sama dengan warna sebenarnya. Berikut ini merupakan tabel pengujian sensor TCS-3200 dalam mendeteksi objek :

| NO | Objek | Warna Sebenarnya | Nilai RGB Terukur | Warna Terdeteksi |
|----|-------|------------------|-------------------|------------------|
| 1  | 1     | Merah            | (6, 18, 13)       | Merah            |
| 2  | 2     | Merah            | (5, 18, 13)       | Merah            |
| 3  | 1     | Hijau            | (7, 6, 12)        | Hijau            |
| 4  | 2     | Hijau            | (7, 6, 11)        | Hijau            |
| 5  | 1     | Biru             | (28, 14, 7)       | Biru             |
| 6  | 2     | Biru             | (28, 14, 7)       | Biru             |
| 7  | 1     | Merah            | (6, 18, 13)       | Merah            |
| 8  | 1     | Hijau            | (7, 6, 12)        | Hijau            |
| 9  | 2     | Biru             | (28, 14, 7)       | Biru             |

Berdasarkan tabel tersebut maka dapat dikatakan sensor TCS-3200 normal dalam mendeteksi warna. Hal selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung nilai error (%) pada sensor TCS-3200 untuk mengetahui tingkat akurasi dalam mendeteksi warna. Berikut merupakan tabel yang dihasilkan :

| NO | Warna | Percobaan 1 (R,G,B) | Percobaan 2 (R,G,B) | Error Merah(%) | Error Hijau(%) | Error Biru(%) | Akurasi (%) |
|----|-------|---------------------|---------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|
| 1  | Merah | (5, 18, 14)         | (5, 18, 13)         | 0%             | 0%             | 0,07%         | 99,93%      |
| 2  | Merah | (5, 18, 13)         | (5, 18, 13)         | 0%             | 0%             | 0%            | 100%        |
| 3  | Merah | (5, 18, 13)         | (5, 18, 13)         | 0%             | 0%             | 0%            | 100%        |
| 4  | Hijau | (7, 6, 12)          | (7, 6, 11)          | 0%             | 0%             | 0,08%         | 99,91%      |
| 5  | Hijau | (7, 6, 12)          | (7, 6, 12)          | 0%             | 0%             | 0%            | 100%        |
| 6  | Hijau | (7, 6, 11)          | (7, 6, 11)          | 0%             | 0,14%          | 0%            | 99,86%      |
| 7  | Biru  | (27, 14, 7)         | (28, 14, 7)         | 0,03%          | 0%             | 0%            | 99,97%      |
| 8  | Biru  | (27, 14, 7)         | (28, 14, 7)         | 0,03%          | 0%             | 0%            | 99,97%      |
| 9  | Biru  | (27, 14, 7)         | (27, 14, 7)         | 0%             | 0%             | 0%            | 100%        |

Dapat disimpulkan bahwa sensor TCS-3200 yang digunakan memiliki tingkat keakurasian yang tinggi dibuktikan dengan rata-rata akurasi yang besar.

### Pengujian Sensor HC-SR04

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan error jarak dan objek dari ketiga sensor HC-SR04. Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian terhadap sensor HC-SR04 dalam menghitung objek lewat :

| NO | Kotak Penyimpanan | Dimensi Kotak (cm) (PxLxT) | Jarak Sesungguhnya (cm) | Jarak Terukur (cm) | Error Jarak (cm) | Error Jarak (%) | Jumlah Objek yang terhitung | Jumlah Objek Sesungguhnya | Error Objek (%) |
|----|-------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|
| 1  | Merah             | 7,7x7,7x6,5                | 2,5                     | 2                  | 0,5              | 20              | 1                           | 1                         | 0               |
| 2  | Merah             | 7,7x7,7x6,5                | 3                       | 4                  | 1                | 30              | 0                           | 2                         | 100             |
| 3  | Merah             | 7,7x7,7x6,5                | 1,5                     | 5                  | 3,5              | 20              | 0                           | 3                         | 100             |
| 4  | Hijau             | 7,7x7,7x6,5                | 5                       | 5                  | 0                | 0               | 1                           | 1                         | 0               |
| 5  | Hijau             | 7,7x7,7x6,5                | 1                       | 1                  | 0                | 0               | 1                           | 2                         | 0               |
| 6  | Hijau             | 7,7x7,7x6,5                | 3,5                     | 5                  | 2,5              | 10              | 0                           | 3                         | 100             |
| 7  | Biru              | 7,7x7,7x6,5                | 4                       | 4                  | 0                | 0               | 1                           | 1                         | 0               |
| 8  | Biru              | 7,7x7,7x6,5                | 4                       | 4                  | 0                | 0               | 1                           | 3                         | 0               |
| 9  | Biru              | 7,7x7,7x6,5                | 3,6                     | 3                  | 0,6              | 16              | 0                           | 3                         | 100             |

Dari hasil di atas sensor HC-SR04 yang digunakan dalam sistem untuk mendeteksi objek yang lewat sangat buruk, hal ini

disebabkan oleh posisi objek yang jatuh mendarat memiliki posisi yang berbeda sehingga sensor tidak dapat mendeteksi dengan sempurna.

### Pengujian Waktu Alat Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk melihat penyelesaian waktu alat secara keseluruhan dalam pembacaan warna. Berikut ini merupakan tabel pengujian waktu alat dalam membaca warna dalam 3 kali percobaan :

| No | Warna | Waktu (s) |
|----|-------|-----------|
| 1  | Merah | 18        |
| 2  | Merah | 18        |
| 3  | Merah | 19        |
| 4  | Hijau | 17        |
| 5  | Hijau | 18        |
| 6  | Hijau | 17        |
| 7  | Biru  | 18        |
| 8  | Biru  | 19        |
| 9  | Biru  | 18        |

### ANALISA :

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pensortir kemasan obat berbasis warna RGB dengan sensor TCS-3200 dan HC-SR04 berfungsi baik, namun sensor HC-SR04 mengalami kesalahan deteksi objek hingga 30%. Robot lengan memiliki kesalahan jarak 0,04% dalam pengambilan objek, dengan waktu  $\pm 5$  detik, dan  $\pm 2$  detik dalam pemindahan, namun kesalahan mencapai 10% karena objek sering jatuh di posisi berbeda saat diletakkan di kotak penyimpanan. Sensor TCS-3200 akurat dengan error rendah 0,01-0,14 dalam mendeteksi warna. Proses keseluruhan memakan waktu konsisten antara 17 hingga 19 detik dalam tiga percobaan berturut-turut.

### KESIMPULAN :

Kesimpulan dari perancangan dan pengujian alat pensortir kemasan obat berbasis warna RGB adalah:

#### 1. Perancangan dan Realisasi

Prototype mampu menyortir kemasan obat dengan waktu 17-19 detik untuk warna merah, hijau, dan biru, dari penempatan obat hingga kotak penyimpanan.

#### 2. Pengujian Perangkat :

- Robot Lengan : Pengambilan  $\pm 2$  detik, pemindahan  $\pm 5$  detik.
- Sensor HC-SR04 : Tidak efektif untuk menghitung objek.
- Sensor TCS-3200 : Akurat dalam mendeteksi warna dengan akurasi  $\pm 99\%$ .

### DAFTAR REFERENSI :

- [1] M. S. Anshori, S. R. Akbar, and R. Maulana, "Implementasi Sistem Sensor Dan Aktuator Real Time Pada Tanaman Jamur," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. e-ISSN*, vol. 2548, no. 2, p. 964X, 2018.
- [2] jamaludin Jamaludin, "Analisa Perhitungan dan Pemilihan Load Cell Pada Rancang Bangun Uji Tarik Kapasitas 3 Ton," *Tek. Mesin*, pp. 5–35, 2018.
- [3] J. Giwangkara, "Sistem Mekanik Pengambil Dan Pembawa Barang Pada

- Robot Pengikut Garis,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 1, pp. 5–24, 2020.
- [4] A. Ramdhan Hendrawan, M. Ridwan Fauzi, and I. Purnamasari, “Pembuatan Robot Menggunakan Sensor Ultrasonic Hc-Sr04 Berbasis Mikrokontroler Atmega 328,” *Jurnalilmu Pengetah. Dan Teknol. Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 83–90, 2018.
- [5] P. S. Frima Yudha and R. A. Sani, “Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino,” *EINSTEIN e-JOURNAL*, vol. 5, no. 3, 2019.
- [6] M. Alfarisi and N. Syafitri, “Analisis Akurasi Dan Presisi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Pada Robot KRPAI,” *Pros. Disem. FTI*, vol. 2, pp. 1–7, 2021.
- [7] Pola Risma, “Sensor Pemilih Warna,” *J. Teliska*, vol. 4, no. 3, pp. 1–8, 2012.
- [8] Y. Andrian, “Robot Penyortir Benda Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Warna TCS3200,” *J. Sisfotenika*, vol. 3, no. 2, pp. 144–150, 2013.
- [9] S. Suhaeb, Y. Abd Djawad, H. Jaya, Ridwansyah, Sabran, and A. Risal, “Mikrokontroler dan Interface,” *Buku Ajar Jur. Pendidik. Tek. Elektron. UNM*, pp. 2–3, 2017.
- [10] S. P. Agustanti, H. Hartini, N. Nurhayani, and D. D. Hartanto, “Aplikasi Mikrokontroler Arduino Uno Dalam Rancang Bangun Kunci Pintu Menggunakan E-Ktp,” *Jusikom J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 7, no. 1, pp. 74–88, 2022.
- [11] J. Caron and J. R. Markusen, *Arduino UNO*. Jakarta, 2016.



