

Pengaturan Lengan Robot 5 Dof Pemilah Benda Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler

Almin M.K. Lalus¹, Almido H. Ginting², Wenefrida Tulit Ina^{*13}, Hendrik Djahi⁴

^{1,2,3,4} Prodi Teknik Elektro / Fakultas Sains dan Teknik / Universitas Nusa Cendana

^{*)}Corresponding author, email: wenefrida_ina@staf.undana.ac.id

Abstrak	INFO
Perkembangan teknologi robotika memungkinkan terciptanya sistem otomatisasi yang lebih efisien, salah satunya melalui pemanfaatan lengan robot. Lengan robot dirancang untuk menggantikan peran manusia dalam proses yang berulang, membutuhkan ketelitian tinggi, dan bekerja di lingkungan berisiko. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan lengan robot 5 Degree of Freedom (DOF) berbasis mikrokontroler yang mampu memilah benda berdasarkan warna secara otomatis. Sistem ini memanfaatkan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi warna benda, mikrokontroler Arduino Uno ATmega 328P sebagai pengendali utama, serta driver PCA9685 yang mengatur gerakan 6 motor servo. Proses kerja lengan robot dimulai dari deteksi keberadaan benda oleh sensor LDR, pengambilan benda, pengenalan warna oleh sensor TCS3200, dan pemindahan benda ke lokasi penyimpanan yang sesuai dengan warnanya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan memilah benda berdasarkan warna dengan tingkat keakuratan tinggi yakni sebesar 98,25%.	Info. Artikel: No. 013 Received. Jan 9, 2025 Revised. Jan 15, 2025 Accepted. Jan 30, 2025 Page. 99 – 107 Kata kunci: ✓ Lengan Robot ✓ Driver PCA9685 ✓ Motor Servo ✓ Sensor LDR ✓ Sensor TCS3200

Abstract
<i>The advancement of robotics technology enables the creation of more efficient automation systems, one of which is through the use of robotic arms. Robotic arms are designed to replace human roles in repetitive processes, requiring high precision, and working in hazardous environments. This research aims to develop a 5 Degree of Freedom (DOF) robotic arm based on a microcontroller that can automatically sort objects by color. The system utilizes the TCS3200 color sensor to detect object colors, the Arduino Uno ATmega 328P microcontroller as the main controller, and the PCA9685 driver to control the movement of 6 servo motors. The working process of the robotic arm begins with the detection of the object's presence by the LDR sensor, object retrieval, color recognition by the TCS3200 sensor, and the transfer of the object to a storage location corresponding to its color. The results show that the system can detect and sort objects by color with accuracy of 98.25%.</i>

PENDAHULUAN

Robot berasal dari kata "robota" dalam bahasa Cekoslowakia yang berarti "kerja cepat." Awalnya, robot diciptakan untuk menggantikan manusia dalam tugas berulang, presisi tinggi, dan pekerjaan di area berbahaya. Seiring waktu, penggunaan robot meningkat, mengurangi peran manusia karena keunggulan robot, seperti konsistensi dalam tugas berulang, ketahanan terhadap kelelahan, serta ketelitian dan kecepatan dalam menyelesaikan pekerjaan. [5].

Pada dunia industri biasanya pekerjaan dilakukan secara manual sekarang sudah dilakukan secara otomatis karena di bantu dengan robot. Lengan robot banyak digunakan pada dunia industri manfaat yang didapat dari perkembangan teknologi lengan robot yaitu, manusia dapat mengerjakan pekerjaan yang sulit secara mudah dan aman, karena lengan robot ini menggantikan tangan manusia dalam melakukan pekerjaan secara berulang-ulang seperti lengan robot dirancang untuk memilih dan memindahkan barang dari satu titik ke titik yang lain. selain pada industri, pada bidang pendidikan penggunaan robot bisa dimanfaatkan sebagai bahan pembelajaran dan penelitian. Hal ini membuat lebih Kreatif dan Inovatif dengan mengetahui cara

dasar membuat robot dan menerapkan ide mereka yang dipadukan dengan unsur robot, contohnya Badan Pengurus HMP Teknik Elektro dalam menjalankan program kontes robot. Kedepannya, robot akan semakin berkembang sehingga mampu bergerak dan berpikir seperti manusia berdasarkan logika-logika pemograman yang diinput.

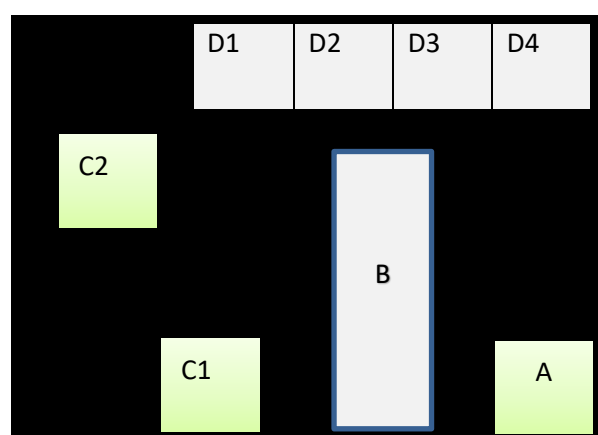
Beberapa penelitian mengenai lengan robot yang telah dikaji, yaitu seperti pada penelitian oleh Sumardi berisi tentang perancangan sistem robot lengan pemindahan barang otomatis berbasis arduino. Pada perancangan ini, lengan robot menggunakan 4 servo sebagai penggerak, sensor RGB TCS3200 sebagai media pembacaan warna membuat robot dapat berjalan dengan baik pada saat membaca warna box dan menempatkan box sesuai dengan tempat wadahnya [7]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Deny Hasmina Sembiring Maha, Yudiranda Dizky Thantowi, Candra Adi Saputra Tamba, Penelitian ini membahas tentang Perancangan Robot Lengan Pemindah Barang Berdasarkan Ukuran Berbasis Arduino Dengan Sensor Ping Hc-Sr04 dan Sensor Inframerah. Yang membedakan dengan peneliti sebelumnya, yaitu robot ini menggunakan sensor Ping Hc-Sr04 dan sensor Inframerah untuk melakukan pengambilan barang dan pemindahan barang ke masing-masing wadah berdasarkan ukurannya dan menghitung jumlah barang [1].

Selanjutnya terdapat penelitian lain yang dilakukan oleh Ilyah Al Ashfahani, Yusuf Sofyan, Sofian Yahya, dimana penelitian ini berisi tentang Lengan Robot Penyortir benda kerja berdasarkan warna proses pendeteksian warna benda dilakukan menggunakan sensor TCS3200 dengan pengendali kestabilan cahaya menggunakan Fuzzy logic berbeda dengan peneliti sebelumnya robot ini melakukan proses penstabilan cahaya dilakukan dengan pengendalian terhadap lampu menggunakan metode fuzzy logic dengan demikian nilai pembacaan warna relatif sama dan akurat, sehingga lengan robot dapat memindahkan benda ke tempat yang ditentukan [4].

Dalam penelitian ini penulis ingin membuat lengan robot yang dapat memindahkan benda dari satu tempat ketempat yang lainnya berdasarkan warna yang sudah di tentukan. Berdasarkan pemaparan diatas maka penulis akan membuat penelitian dengan judul “Pengaturan Lengan Robot 5 DOF Pemilah Benda Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler”.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada Project ini adalah Metode Penelitian Expremental yaitu penelitian yang hasilnya berupa data deskriptif melalui fakta dan kondisi secara alami saat pengambilan data dan sumber langsung dengan instrumen dari penelitian sendiri. Data juga di peroleh dengan uji coba dan bereksperimen dengan alat yang telah di buat, data disini berupa data warna benda. Dengan skenario penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Skenario Penelitian

Titik A: Posisi awal lengan robot, titik B: Lokasi awal benda yang akan diambil, titik C1: Posisi sensor warna (TCS3200) untuk mendeteksi warna benda, titik C2: Posisi LCD untuk menampilkan warna benda yang terdeteksi dan titik D1 hingga D4: Lokasi penyimpanan benda berdasarkan urutan dan warna:

- D1: Untuk benda pertama (warna Merah).
- D2: Untuk benda kedua (warna Hijau).
- D3: Untuk benda ketiga (warna Biru).
- D4: Untuk benda keempat (warna Putih).

Proses Kerja:

Langkah 1: Lengan robot berada di titik A dan memeriksa keberadaan benda di titik B menggunakan sensor LDR.

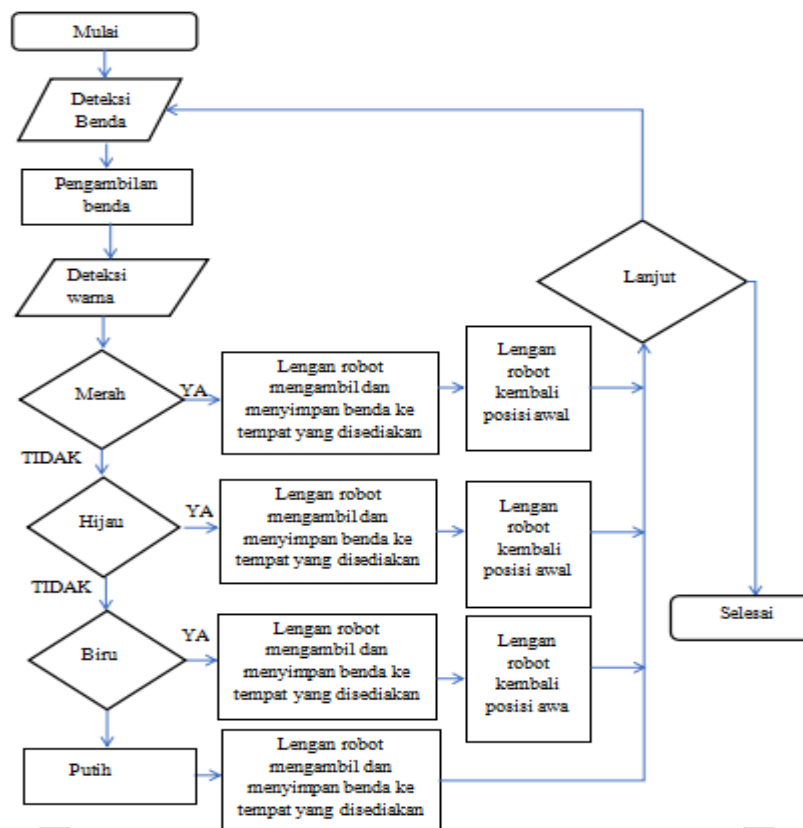
Langkah 2: Jika benda terdeteksi, robot bergerak menuju titik B untuk mengambil benda menggunakan servo gripper.

Langkah 3: Robot membawa benda ke titik C1, di mana sensor warna (TCS3200) membaca nilai RGB benda untuk menentukan warnanya.

Langkah 4: Warna yang terdeteksi ditampilkan pada LCD di titik C2.

Langkah 5: Robot menyimpan benda ke lokasi penyimpanan yang sesuai di titik D1-D4 berdasarkan warna.

Diagram di bawah ini merupakan pengaturan system kerja lengan robot secara keseluruhan. Diagram tersebut menjelaskan bagaimana lengan robot bergerak dan sensor membaca warna.

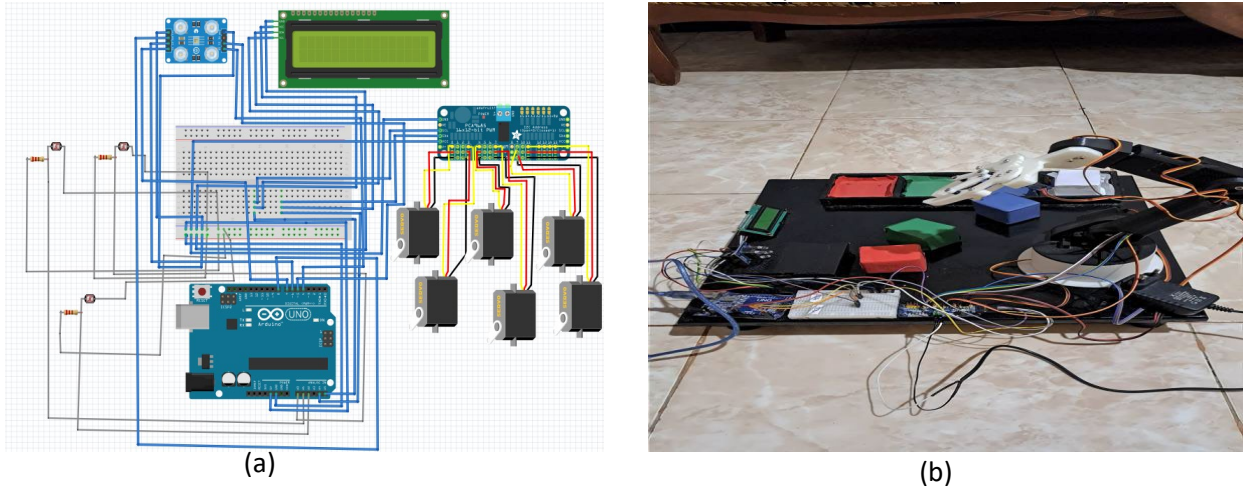


Gambar 2. Diagram Sistem Pergerakan Lengan Robot

HASIL DAN PEMBAHASAN

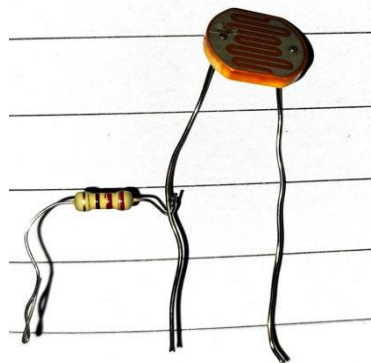
Penelitian ini melibatkan perakitan dan pengujian lengan robot berbahan akrilik dengan struktur persendian(Joint) dari lengan robot adalah pinggang(Waist), bahu(Shoulder), siku(Elbow), pergelangan tangan(Wrist), dan Gripper. Pada Bagian joint di pasang Servo ada 6 buah yang di hubungkan dengan

baut di letakkan pada papan kayu dan juga komponen lainnya ada Arduino Uno ATmega 328P , Driver Motor servo PCA9685, Sensor LDR, Sensor TCS3200 ,LCD,Breadboard, Adaptor DC 6V 2A.



Gambar 3. (a). Skematika Perancangan. (b). Bentuk Fisik Lengan Robot

1. Sensor LDR



Gambar 4. Rangkaian LDR

Dimana salah satu kaki LDR ke pin 5V Arduino, kaki lainnya LDR ke salah satu ujung resistor 220Ω ke GND Arduino selanjutnya titik antara LDR dan resistor ke pin Analog Arduino (A0, A1, A2). Pada program, pin analog membaca nilai tegangan dari rangkaian LDR. Nilai ini dibandingkan dengan ambang batas (THRESHOLD) untuk mendeteksi keberadaan benda:

- Jika nilai analog kurang dari THRESHOLD, benda dianggap ada karena cahaya yang diterima oleh LDR berkurang.
- Jika nilai analog lebih besar dari THRESHOLD, benda dianggap tidak ada.
- Untuk nilai THRESHOLD 100 nilai ini di dapat dari pembacaan nilai LDR menggunakan Serial Monitor saat terang dan gelap (lampiran 1 Tampilan Nilai LDR), pilih nilai THRESHOLD di antara nilai terang dan gelap.

Kode berikut digunakan untuk membaca LDR:

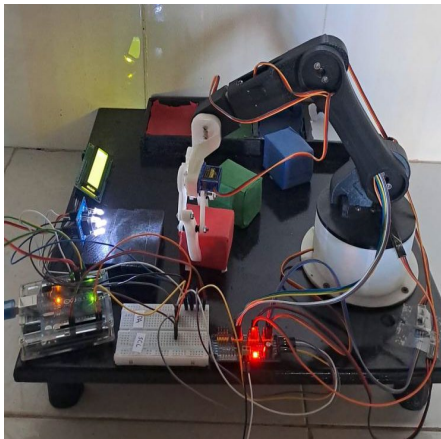
```
int ldr1 = analogRead(LDR_PIN1);
int ldr2 = analogRead(LDR_PIN2);
int ldr3 = analogRead(LDR_PIN3);

if (ldr1 < THRESHOLD || ldr2 < THRESHOLD || ldr3 < THRESHOLD) {
    Serial.println("Gelap: Ada benda terdeteksi oleh salah satu LDR!");
    return true;
}
```

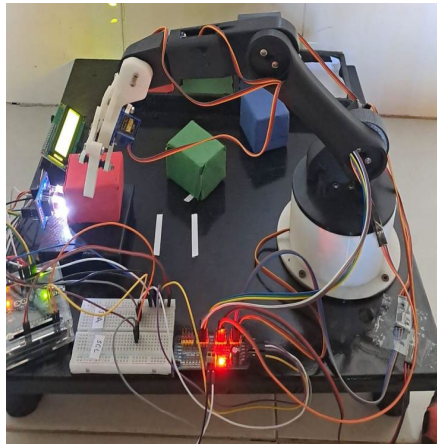
```
Serial.println("Terang: Tidak ada benda terdeteksi.");  
return false;
```

2. Pengaturan Lengan Robot Pemilah Benda Berdasarkan Warna

Berikut ini gambar pengambilan, pembacaan sensor, dan penyimpanan benda berdasarkan warna, dimana warna yang di gunakan warna merah, hijau, biru, dan putih.



(a)



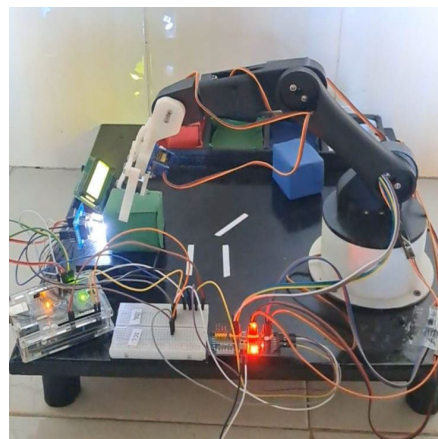
(b)



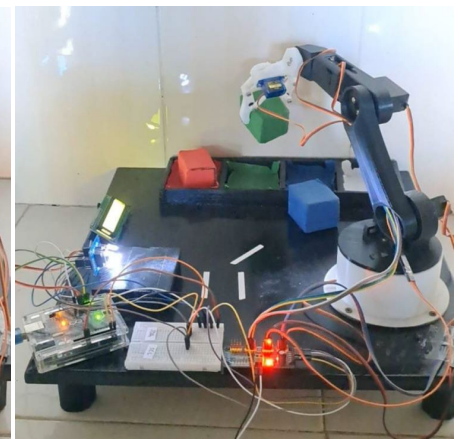
(c)



(d)



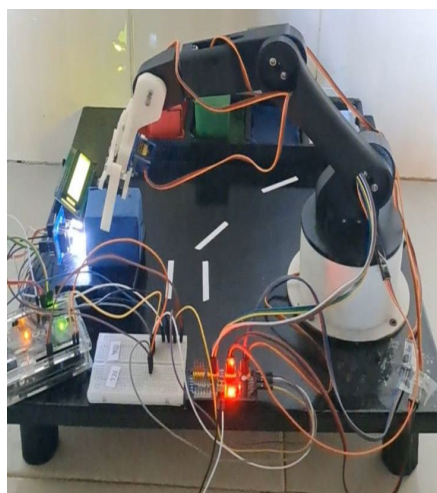
(e)



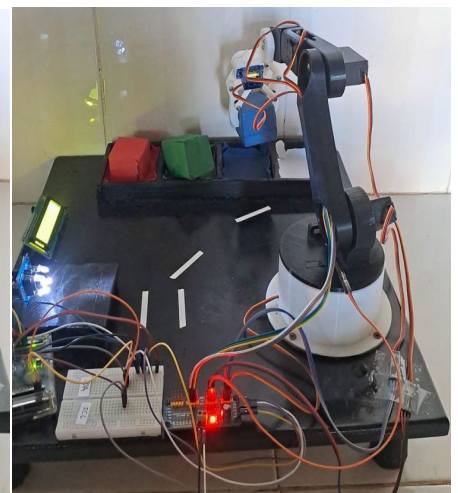
(f)



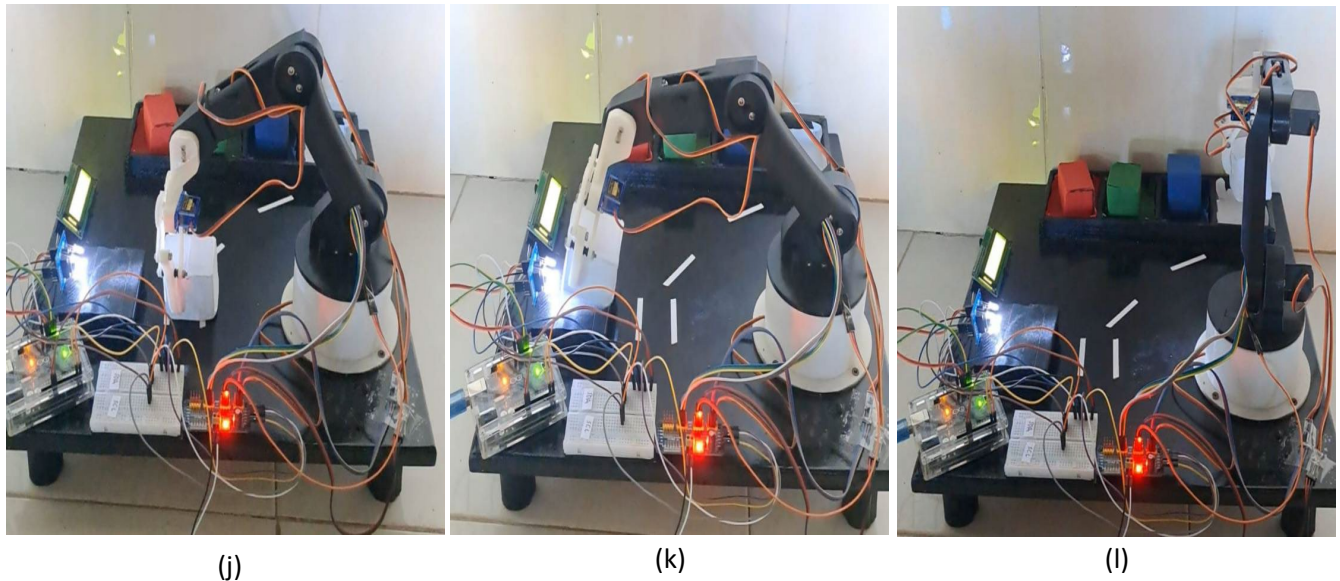
(g)



(h)



(i)



Gambar 5. Pengambilan, Pembacaan Sensor, Penyimpanan Benda Sesuai Warna
(a), (b), (c) Warna Merah
(d), (e), (f) Warna Hijau
(g), (h), (i) Warna Biru
(j), (k), (l) Warna Putih

Setiap persendian(joint) lengan robot memiliki sudut putaran motor servo,busur derajat digunakan untuk memverifikasi sudut gerakan servo sesuai dengan perintah yang di berikan.Berikut ini Tabel sudut putaran Motor Servo mulai dari pengambilan,Pembacaan Warna, dan Penyimpanan Benda Berdasarkan Warna:

Tabel. 1. Putaran Motor Servo

Proses	Servo 1 (Base Joint)	Servo 2 (Shoulder Joint)	Servo 3 (Elbow Joint)	Servo 4 (Wrist Joint)	Servo 5 (Wrist Joint)	Servo 6 (Gripper)
Pengambilan Benda Warna Merah	106°	65°	7°	80°	110°	Buka (80°), Tutup atau mencapit(0°)
Pembacaan Sensor Warna Merah	106°	74°	35°	80°	100°	Buka (80°), Tutup at au mencapit(0°)
Penyimpanan Benda Warna Merah	57°	95°	80°	80°	110°	Buka (80°), Tutup at au mencapit(0°)
Pengambilan Benda Warna Hijau	82°	63°	7°	80°	110°	Buka (80°), Tutup atau mencapit(0°)
Pembacaan Sensor Warna Hijau	106°	74°	35°	80°	100°	Buka (80°), Tutup atau mencapit(0°)

Penyimpanan Benda Warna Hijau	50°	74°	35°	80°	110°	Buka (80°), Tutup atau mencapit(0°)
Pengambilan Benda Warna Biru	40°	60°	7°	80°	110°	Buka (80°), Tutup atau mencapit(0°)
Pembacaan Sensor Warna Biru	106°	74°	35°	80°	100°	Buka (80°), Tutup atau mencapit(0°)
Penyimpanan Benda Warna Biru	30°	67 °	35°	80°	110°	Buka (80°), Tutup atau mencapit(0°)
Pengambilan Benda Warna Putih	106°	65°	7°	80°	110°	Buka (80°), Tutup atau mencapit(0°)
Pembacaan Sensor Warna Putih	106°	74°	35°	80°	100°	Buka (80°), Tutup atau mencapit(0°)
Penyimpanan Benda Warna Putih	10°	67°	35°	80°	110°	Buka (80°), Tutup atau mencapit(0°)

3. Sensor TCS 3200

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan memilah benda berdasarkan warna dengan tingkat keakuratan dan efisiensi tinggi dimana sensor TCS 3200 menghitung nilai error (%) pada sensor untuk mengetahui tingkat akurasi dalam mendeteksi warna dengan hasil akurasi rata-rata 99,92% dan hasil pengujian keseluruhan rata-rata akurasi 98,25% .

Rumus ini di gunakan untuk menghitung nilai Error:

$$\text{Error}(\%) = \left| \frac{\text{Nilai Percobaan 1} - \text{Nilai Percobaan 2}}{\text{Nilai Percobaan 1}} \right| \times 100 \%$$

Untuk menghitung tingkat akurasi Lengan Robot, digunakan rumus, sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} (\%) = 100 - \text{Error}$$

Berdasarkan perhitungan rumus Error dan akurasi diatas, maka hasil perhitungan terhadap Pembacaan Sensor TCS 3200 ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Error dan Akurasi Pembacaan Sensor TCS 3200

No	Warna	Percobaan 1	Percobaan 2	Error			Akurasi (%)
				Merah (%)	Hijau (%)	Biru (%)	
		Nilai (R,G,B)					
1.	Merah	255, 0, 0	255, 0, 0	0	0	0	100
2.	Merah	255, 0, 0	146, 0, 0	0,42	0	0	99,58
3.	Hijau	0, 174, 0	0, 174, 0	0	0	0	100
4	Biru	0, 11, 255	0, 11, 255	0	0	0	100
5	Biru	0, 194, 255	0, 184, 255	0	0,05	0	99,95
6	Putih	255, 255, 255	255, 255, 255	0	0	0	100

Rata - rata akurasi dari Pembacaan Sensor TCS 3200 = 99,92 %

Pengujian Alat.

Pengujian alat di lakukan sebanyak tiga puluh dua kali yakni dilakukan dua kali percobaan terhadap setiap warna (4 warna x 4 tempat penyimpanan x 2). Dikatakan alat berhasil ketika benda berhasil tersimpan di tempat simpan sesuai warna benda.

Hasil percobaan ditampilkan pada tabel 3, berikut :

Tabel 3. Pengujian Alat

WARNA	Percobaan Ke-	Tempat Simpan				Akurasi (%)
		1	2	3	4	
MERAH	1	Y	T	Y	Y	99
	2	Y	Y	Y	Y	
HIJAU	1	Y	Y	Y	Y	100
	2	Y	Y	Y	Y	
BIRU	1	Y	Y	T	Y	97
	2	T	T	Y	Y	
PUTIH	1	Y	Y	T	Y	97
	2	Y	Y	T	T	

Keterangan : Y : berhasil

T : Tidak berhasil

Rata-rata Akurasi sebesar 98,25%

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan pengaturan lengan robot 5 Degree of Freedom (DOF) berbasis mikrokontroler untuk memilah benda berdasarkan warna. Sistem ini menggunakan kombinasi sensor LDR dan sensor warna TCS3200 yang berfungsi mendeteksi keberadaan dan warna benda secara otomatis.

Sensor LDR digunakan untuk memastikan keberadaan benda pada posisi tertentu sebelum proses pengambilan dilakukan, sehingga sistem dapat bekerja lebih andal. Sensor TCS3200 menunjukkan performa tinggi dengan akurasi rata-rata 99,92% dalam mendeteksi warna merah, hijau, biru, dan putih. Hasil pengujian keseluruhan menunjukkan akurasi alat dalam pengambilan dan penyimpanan benda mencapai 98,25%, dengan sedikit penurunan akurasi pada warna biru dan putih.

Dengan kombinasi sensor LDR dan TCS3200, pengaturan lengan robot ini dapat melakukan tugas memilah benda berdasarkan warna dengan tingkat keakuratan dan efisiensi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ginting Rizki Titian, dkk "Perancangan Prototype Sistem Monitoring Data Logger Untuk Penyiraman Tanaman Secara Automatis", Jurnal Darma Agung, e-ISSN : 2654-3915. P-ISSN : 0851-7296, Vol.30, No. 3. Desember 2022. Hal. 9-13.
- [2] Deni Hasmita Sembiring Maha, dkk. "Perancangan Robot Lengan Pemindah Barang Berdasarkan Ukuran Berbasis Arduino Dengan Sensor Ping Hc-Sr04 Dan Sensor Inframerah". *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*. Vol.6. No.1. Juni 2021.
- [3] Dicky Juliansyah, & Dr. Ir. Yohannes Dewanto, M. (2024). Prototype Robot Pensortir Kemasan Obat

- Berdasarkan Warna RGB Pada Warna Kemasan Obat Menggunakan Sensor TCS-3200 Dan HC-SR04. *Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik Dirgantara Dan Industri*, Vol 13 NO. 1, 1–8.
- [4] Hanif Septyan Nu'man, Yusuf Sofyan, Adnan Rafi Al Tahtaw. "Pengendalian Robot Lengan Pemilah Benda Berdasarkan Bentuk Menggunakan Teknologi Komputer Vision". Proseding SEMNASTERA jilid 2, 28 November 2020. Hal. 42-48
- [5] Mada Sanjaya. "*Panduan Membuat Robot Virtual Menggunakan Arduino Dan Scratch*". Peneribit Andi Yogya. ISBN 978-979-29-9998-3
- [6] Al Imran, Firdaus, Marselino R. Pakondo, "PROTOTYPE ROBOT LENGAN PEMINDAH BARANG PADA CONVEYOR SECARA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO". Jurnal MEDIA ELEKTRIK, Vol. 20, No. 3, Agustus 2023. p-ISSN:1907-1728, e-ISSN:2721-9100.
- [7] Sumardi, S. "Robot Lengan Pemindah Barang Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan sensor Warna". METIK Jurnal, ISSN : 2580 -1503. Vol. 2. No. 1. 2018. Hal. 90-94
- [8] Andrian , Reni Rahmadewi , Insani Abdi Bangsa. "ARM ROBOT PEMINDAH BARANG (AtwoR) MENGGUNAKAN MOTOR SERVO MG995 SEBAGAI PENGGERAK ARM BERBASIS ARDUINO". Jurnal Electro Luceat JEC Vol.6 No. 2. Tahun 2020