

Rancang Bangun Alat Pemilah Biji Kopi Berdasarkan Kualitas Buah Menggunakan Sensor TCS3200

Bayu Rizki Pratama¹, Jaka Persada Sembiring²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

Jl. ZA. Pagar Alam No.9 – 11, Labuhan Ratu, Kec. Kedaton,

Kota Bandar Lampung, Lampung 351332

¹bayurizkipratama0813@gmail.com

²Jakapersada@teknokrat.ac.id

Intisari — Buah kopi merupakan komoditi perdagangan yang dikenal beberapa abad lamanya, buah kopi dapat di olah menjadi minuman yang lezat namun pada saat petani kopi melakukan panen secara bersamaan petani menggabungkan buah kopi yang belum matang dan yang sudah matang dalam satu penampungan hal ini mengakibatkan penurunan kualitas rasa yang signifikan. Dalam penelitian ini menggunakan metode *fuzzy sugeno* sebagai penentu klasifikasi buah kopi yang matang, setengah matang dan matang. Alat ini menggunakan mikrokontroler arduino uno Atmega328 untuk mengendalikan sensor warna TCS3200 sebagai pembaca pada warna buah kopi serta menggunakan servo untuk pemilah buah kopi sesuai dengan kualitas. Pada pengujian sistem kontrol otomatis untuk memisahkan biji kopi berdasarkan warna menggunakan Sensor Warna TCS3200 telah berhasil dalam mengarahkan biji kopi ke wadah yang telah ditentukan.

Kata kunci — Sensor TCS3200, Arduino ATmega328, Kopi, Warna, Kualitas, Fuzzy Sugeno.

Abstract — Coffee fruit is a trade commodity that has been known for centuries. Coffee fruit can be processed into a delicious drink, but when coffee farmers harvest at the same time, farmers combine immature and ripe coffee fruit in one container, this results in a decrease in the quality of the taste. significant. In this research, the fuzzy Sugeno method was used to determine the classification of ripe, semi-ripe and ripe coffee fruit. This tool uses an Arduino Uno Atmega328 microcontroller to control the TCS3200 color sensor as a reader for the color of the coffee fruit and uses a servo to sort the coffee fruit according to quality. In testing the automatic control system for separating coffee beans based on color using the TCS3200 Color Sensor, it was successful in directing the coffee beans to a predetermined container.

Keywords— TCS3200 Sensor, Arduino ATmega328P, Coffee, Color, Quality, Fuzzy sugeno.

I. PENDAHULUAN

Buah kopi merupakan komoditi perdagangan yang dikenal beberapa abad lamanya, buah kopi dapat di olah menjadi minuman yang lezat , terutama di Negara-negara penghasil kopi seperti di Indonesia. Indonesia merupakan penghasil buah kopi terbesar ke empat setelah brazil, kolambia dan partai gading. Sebagian besar tanaman kopi di Indonesia terletak di sebelah selatan khatulistiwa, seperti di sumatera di sebelah selatan, Lampung, Bengkulu, Jawa, Sulawesi bagian selatan, bali dan nusa tenggara. Indonesia memiliki beragam varietas kopi yang unik dan khas, seperti kopi Arabika dari Aceh, kopi Robusta dari Lampung, dan kopi Toraja dari Sulawesi Selatan. Keberagaman ini memberikan cita rasa kopi yang berbeda-

beda dan menarik bagi para penggemar kopi di seluruh dunia [1]. Terdapat permasalahan pada tahap pemanenan di mana banyak petani kopi melakukan panen buah kopi secara langsung dengan menggabungkan buah kopi yang belum matang dan yang sudah matang hal ini mengakibatkan penurunan kualitas rasa yang signifikan [2] pada saat ini sudah banyak sistem yang dapat mengidentifikasi kematangan buah kopi dengan berbagai metode, salah satunya yaitu metode *fuzzy logic sugeno* untuk mengklasifikasi kualitas buah kopi .

fuzzy logic adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah yang cocok untuk di implementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana pada teori himpunan klasik yang di sebut juga himpunan *crips* (himpunan tegas) hanya di

kenal dua kemungkinan dalam fungsi keanggotaannya yaitu kemungkinan termasuk keanggotaan himpunan logika 1 atau kemungkinan berada di luar keanggotaannya logika 0. Namun dalam teori himpunan *fuzzy* tidak hanya memiliki dua kemungkinan dalam menentukan sifat keanggotaannya yang nilainya antara 0 dan 1. Fungsi yang menetapkan nilai ini dinamakan fungsi keanggotaan yang di sertakan dalam himpunan *fuzzy* [3].

Penelitian oleh (Ahyuna, 2020) mengenai klasifikasi kematangan buah kopi berdasarkan warna menggunakan sensor TCS3200. Klasifikasi secara otomatis dengan melakukan seleksi buah kopi berdasarkan warnanya, di mana buah kopi merah menandakan sudah matang, sementara buah kopi hijau menandakan belum matang. Alat ini dilengkapi dengan motor penggerak untuk memisahkan buah kopi, sensor warna TCS230 untuk mengidentifikasi buah kopi, dan dua wadah khusus untuk menyimpan buah kopi matang dan belum matang, sehingga terjadi pemisahan pada dua tingkat klasifikasi buah kopi [2]. Pada penelitian oleh (Samudra, 2021) mengenai pemilah buah tomat berdasarkan warna secara otomatis menggunakan sensor TCS3200 sebagai pendeteksi warna dan arduino sebagai pusat pengendali alat tersebut. Hasil dari penelitian dilakukan 10x pengujian terdapat 7x berhasil dan 3x error. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi alat sebesar 70% [4]. Penelitian selanjutnya oleh mengenai klasifikasi buah tomat berdasarkan warna dan ukuran buah. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem penyortir buah tomat otomatis menggunakan mikrokontroler untuk mengurangi tingkat kesalahan dalam pemilihan ukuran dan warna serta efisiensi waktu yang lebih cepat. Dengan hasil penelitian memperoleh hasil akurasi sebesar 80% [5].

Pada penelitian ini kami mengusulkan suatu sistem yang dapat memilah buah kopi berdasarkan tingkat kematangan untuk menentukan kualitas kopi, dalam hal ini jika sensor warna mendeteksi warna merah, hijau atau kuning maka sistem secara otomatis akan mengarahkan ke wadah penampungan

berdasarkan input data sensor untuk menentukan kualitas kopi.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Kopi

Kopi merupakan tanaman perkebunan yang telah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Asal-usulnya berasal dari wilayah pegunungan di Ethiopia, Afrika. Namun, popularitas kopi sebagai minuman dikenal secara luas setelah tanaman tersebut dikembangkan di luar daerah asalnya, yaitu di Yaman, wilayah selatan Arabia [6].

B. Arduino Uno Atmega328

Arduino Uno ATmega adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis ATmega328 dengan sejumlah fitur penting. Papan ini memiliki 14 pin input/output digital, termasuk 6 pin yang mendukung PWM. Selain itu, ada 6 pin input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, dan tombol reset. Semua pin ini menyediakan fasilitas penting untuk mendukung operasi mikrokontroler. Arduino Uno dapat dihubungkan ke komputer melalui kabel USB atau mendapatkan daya dari adaptor AC-DC atau baterai [2]. Gambar Arduino Uno Atmega328 dapat dilihat pada gambar 2.



Gbr.1 Arduino Uno Atmega328

C. Sensor Warna TCS3200

Sensor TCS3200 adalah sensor warna yang dapat mendeteksi dan mengukur intensitas cahaya dalam tiga kanal warna dasar *Red, Green, Blue* (RGB). Komponen utamanya adalah photodiode dan pengkonversi arus ke frekuensi. Photodiode mendeteksi cahaya dan menghasilkan arus, yang kemudian dikonversi menjadi sinyal frekuensi oleh pengkonversi arus ke

frekuensi di dalam IC TCS3200. [7]. Gambar sensor TCS3200 dapat dilihat pada gambar 2.



Gbr.2 Sensor TCS3200

D. Motor Servo MG995

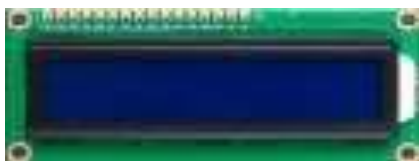
Motor servo adalah jenis motor dengan sistem closed feedback, di mana posisi motor dikembalikan ke rangkaian kontrol di dalam motor. Motor servo terdiri dari motor, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer menentukan batas sudut putaran servo [8]. Gambar motor servo dapat dilihat pada gambar 3.



Gbr.3 Motor Servo

E. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD adalah salah satu komponen elektronik yang berfungsi sebagai tampilan data, termasuk karakter, huruf, atau grafik. Namun, karena jumlah pin Input dan Output yang banyak pada LCD 16 x 2, diperlukan modul tambahan untuk menyederhanakan koneksi, yaitu modul I2C. Dengan modul I2C, dari 16 pin pada LCD 16 x 2 dapat disederhanakan menjadi hanya 4 pin, yaitu VCC, Ground, SDA, dan SCL. [4]. Gambar LCD dapat dilihat pada gambar 4.



Gbr.4 LCD

F. Conveyor

Conveyor merupakan mechanical system yang digunakan untuk memindahkan barang

– barang dari satu tempat ketempat yang lainnya. Conveyor juga banyak dipakai dalam perindustrian karena digunakan juga sebagai transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan bisa berkelanjutan [9].gambar conveyor dapat dilihat pada gambar 5.



Gbr.5 Conveyor

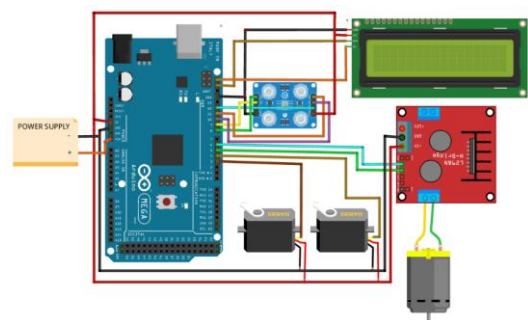
G. Fuzzy Logic

Fuzzy Secara bahasa memiliki arti kabur atau samar. Dalam konsep Fuzzy, suatu nilai memiliki kemungkinan besar dan salah secara bersamaan. Dalam konteks Fuzzy, ada konsep derajat keanggotaan yang dapat berada dalam rentang nilai dari 0 (nol) hingga 1 (satu). Ini berbeda dengan himpunan tegas yang hanya memiliki nilai 1 atau 0, yakni Ya atau Tidak [10].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras yang digunakan penelitian ini dapat di lihat pada gambar 6.

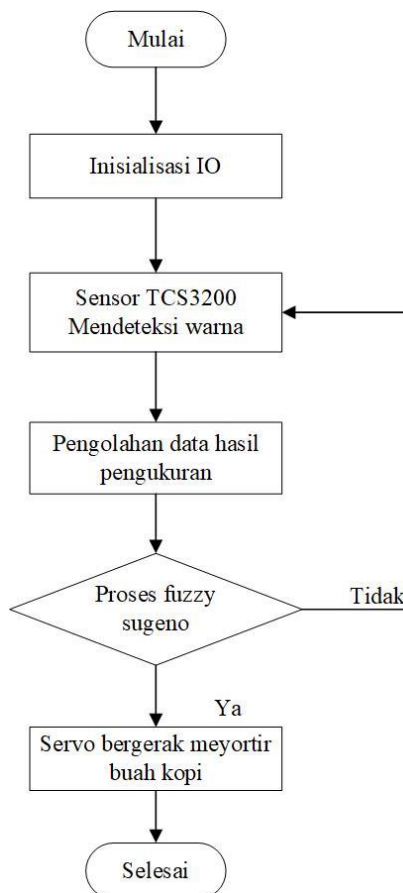


Gbr.6 Skematik Rangkaian

Skema rangkaian pada penelitian ini menggunakan sensor TCS3200, motor servo, motor driver DC L298N dan motor DC gearbox. Dengan menggunakan Arduino Uno ATmega328 mikrokontroler sebagai pengolah data, serta rangkaian antar muka LCD (Liquid Crystal Display).

B. Diagram Alir Kerja Alat

Diagram alir kerja alat yang digunakan dapat dilihat pada gambar 7.



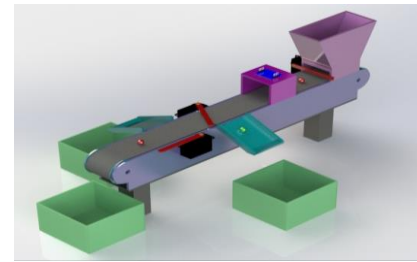
Gbr. 7 Diagram Alir Kerja Alat

Pengujian sensor TCS3200 diawali dengan inisialisasi input dan output. Setelah melakukan inisialisasi oleh mikrokontroler arduino uno Atmega328, lalu sensor warna akan mendeteksi warna, apabila pembacaan sensor warna di dapatkan kemudian akan diproses oleh program yang menggunakan metode fuzzy sugeno jika proses sudah benar maka output dari servo akan melakukan penyortiran, tahapan berikutnya yaitu melakukan pengiriman data ke LCD yang akan menampilkan data pembacaan sensor warna .

C. Perancangan Mekanik

Desain mekanik alat pemilah biji kopi dapat dilihat pada gambar 8. Pada desain tersebut terdapat 3 kotak penampungan untuk digunakan sebagai wadah penampungan buah kopi, buah kopi akan dikelompokkan berdasarkan warna buah, corong digunakan sebagai penampungan buah kopi yang belum

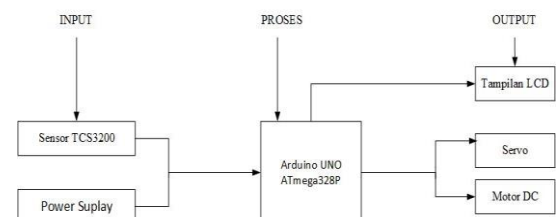
di pilah dan kemudian akan turun melewati konveyor. Ketika buah melewati sensor TCS3200 mikrokontroler akan memproses warna tersebut dan salah satu motor servo akan bergerak mengarahkan kopi ke penampungan sesuai dengan warna yang ditentukan, sedangkan LCD digunakan untuk menampilkan data dari hasil pembacaan sensor warna TCS3200.



Gbr. 8 Rancangan Mekanik alat

D. Perancangan Blok Diagram Alat

Adapun perancangan blok diagram alir yang digunakan penelitian ini dapat di lihat pada gambar 9.



Gbr. 9 Blok Diagram Alat

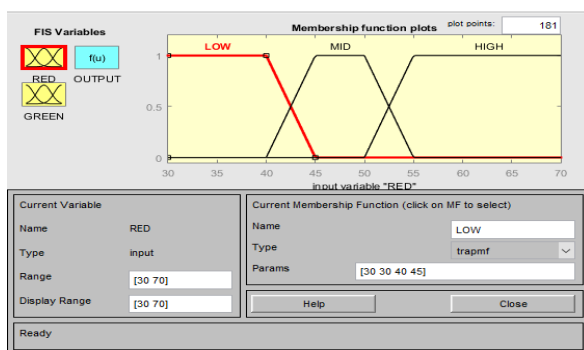
Perancangan blok diagram alat memiliki Tiga tahapan. Dimana pada tahapan pertama terdapat input, input digunakan untuk memasukan data dari sensor TCS3200 yang kemudian akan diproses oleh mikrokontroler Atmega328p. Setelah data dari sensor sudah selesai di proses oleh mikrokontroler, kemudian pada tahapan yang ketiga data yang sudah di proses akan menjadi output berupa tampilan pada LCD, motor servo dan motor DC.

E. Kendali Logika Fuzzy

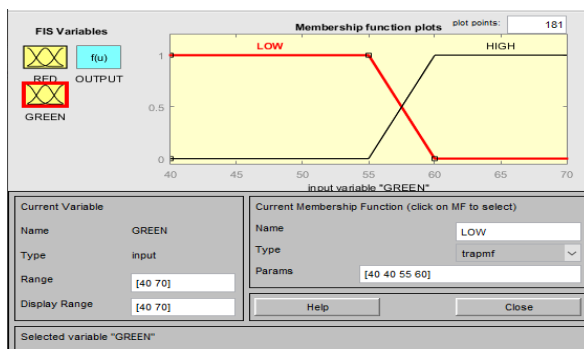
Perancangan sistem kendali logika fuzzy terdiri dari 2 variabel masukan yaitu Red dan Green dengan output berupa mentah, setengah matang dan matang. Sistem kontrol akan membandingkan nilai variabel red dan green yang dihasilkan sensor sebagai mekanisme umpan balik. Perbedaan antara nilai referensi dan umpan balik akan dihitung

sebagai kesalahan, perbedaan ini akan menjadi masukan agar sistem kendali logika fuzzy dapat beroperasi sesuai aturan yang telah ditentukan, daftar aturan inferensi dapat di definisikan sebagai berikut :

- Aturan 1 : Jika (*Red mid*) dan (*Green Low*) maka (*Output Mentah*)
- Aturan 2 : Jika (*Red low*) dan (*Green high*) maka (*output setengah matang*)
- Aturan 2 : Jika (*Red mid*) dan (*Green high*) maka (*output matang*)

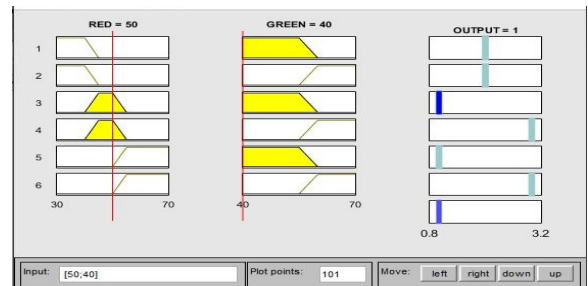


Gbr.10 Fungsi Keanggotaan Red



Gbr.11 Fungsi keanggotaan green

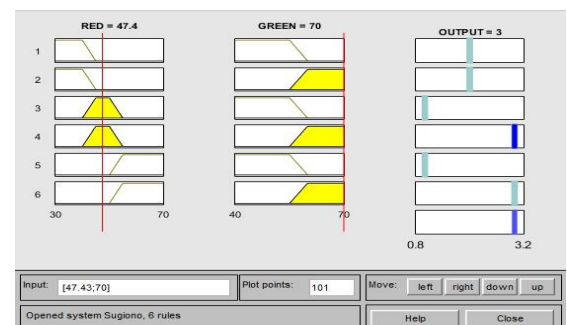
Dengan menerapkan pendekatan metode *fuzzy sugeno*, hasil akhir dari langkah kendali logika fuzzy ditentukan oleh fungsi keanggotaan fuzzy dan kumpulan himpunan fuzzy dalam aturan inferensi. Kami telah menggunakan fuzzy tollbox matlab untuk mensimulasikan langkah defuzzyfikasi dalam proses ini hasil dapat dilihat pada gambar 12,13,14.



Gbr.12 Simulasi Fuzzy Logic Rule 1 Menghasilkan Nilai Kualitas Kopi Dalam Kondisi Mentah



Gbr.13 Simulasi Fuzzy Logic Rule 2 Menghasilkan Nilai Kualitas Kopi Dalam Kondisi Setengah Matang



Gbr.14 Simulasi Fuzzy Logic Rule 2 Menghasilkan Nilai Kualitas Kopi Dalam Kondisi Matang

F. Data Hasil Pengujian Fuzzy Sugeno Menggunakan Matlab

Untuk melakukan pengujian metode *fuzzy Sugeno*, diperlukan dukungan perangkat lunak dalam bentuk Matlab versi R2021. Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan nilai hasil perhitungan yang diperoleh dari perangkat lunak Matlab dengan hasil perhitungan yang telah diatur sebelumnya melalui program di mikrokontroler. Data hasil percobaan perbandingan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data hasil percobaan Pengujian Fuzzy Sugeno

No	Input kontroler		Input matlab		Output	
	Red	Green	Red	Green	Kontrol	Matlab
1	43	62	43	62	3	3
2	39	45	39	45	1	1
3	42	60	42	60	3	3
4	49	52	49	52	2	2
5	47	51	47	51	2	2
6	38	48	38	48	1	1
7	49	54	49	54	2	2
8	41	62	41	62	3	3
9	39	50	39	50	1	1
10	45	50	45	50	2	2

Berdasarkan perbandingan hasil percobaan menggunakan perangkat lunak matlab dan uji coba menggunakan mikrokontroler di dapatkan hasil yang cukup baik dimana tidak ada perbedaan pada nilai output antara kedua pengujian.

G. Data Hasil Kalibrasi Sensor TCS3200

Pengujian sensor TCS 3200 ini dilakukan untuk menganalisa frekuensi keluaran yang dihasilkan sensor pada warna merah, kuning, hijau yang akan digunakan untuk menganalisa kematangan buah kopi, dengan menggunakan sensor TCS 3200. Untuk melakukan analisa kematangan buah kopi objek yang digunakan adalah kertas origami yang berwarna merah, kuning dan hijau sesuai dengan warna buah kopi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil kalibrasi warna sensor TCS3200

No	Red	Green	Blue
1	75	78	65
2	75	75	65
3	43	28	36
4	43	28	36
5	11	13	23
6	11	13	22

Dari tabel 2 merupakan hasil data pembacaan sensor TCS3200 menggunakan inputan berupa kertas origami, dengan nilai R = 75,43,11, G = 78,28,13, B = 65,36,23.

Dimana nilai yang didapatkan ini akan di inputkan pada program.

H. Pengujian Keseluruhan Sistem

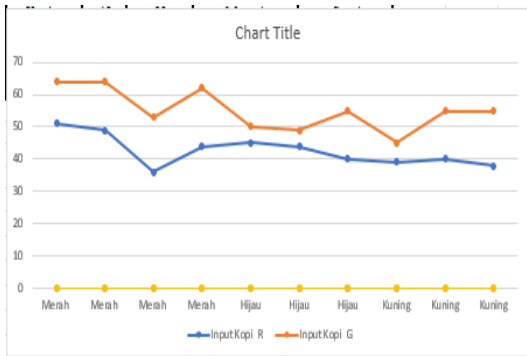
Pada pengujian keseluruhan sistem alat yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat pemilah kopi berdasarkan kualitas buah apakah keseluruhan sistem alat dapat bekerja dengan baik dan optimal. Pada pengujian keseluruhan sistem peneliti melakukan uji coba dengan menggunakan objek kopi secara langsung, Dapat dilihat pada gambar 15.



Gbr.15 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan dengan cara peneliti meletakkan kopi pada corong penampungan dan setelah itu kopi akan keluar dari corong penampungan melalui conveyor kemudian sensor TCS 3200 akan mendeteksi warna pada buah kopi, setelah sensor sudah mendeteksi warna pada buah kopi, kopi akan bergerak melalui conveyor menuju ke wadah penampungan dan salah satu motor servo akan bergerak sesuai dengan setpoint yang telah ditentukan untuk mengarahkan buah kopi ke wadah penampungan. Pada pengujian ini dilakukan uji penyortiran buah kopi sebanyak 10 kali dengan waktu yang *realtime*. Percobaan secara berurutan dapat dilihat pada gambar 16.

Berdasarkan grafik percobaan didapatkan bahwa nilai warna pada sensor mengalami naik turun yang diakibatkan oleh sensor warna TCS3200 yang sangat sensitif terhadap cahaya lingkungan sehingga menyebabkan nilai pembacaan pada sensor warna mengalami perubahan untuk pembacaan nilai R, G dapat dilihat pada tabel 3.



Gbr.16 Grafik Percobaan Penyortiran Buah Kopi Secara Beururutan

Tabel 3. Data hasil percobaan penyortiran buah kopi secara berurutan

No	Kualitas Sebenarnya	Input Kopi		Hasil	
		R	G	Hasil	Status Percobaan
1	Merah	51	64	Matang	Berhasil
2	Merah	49	64	Matang	Berhasil
3	Merah	36	53	Mentah	Gagal
4	Merah	44	62	Matang	Berhasil
5	Hijau	45	50	Mentah	Berhasil
6	Hijau	44	49	Mentah	Berhasil
7	Hijau	40	55	$\frac{1}{2}$ Matang	Gagal
8	Kuning	39	45	$\frac{1}{2}$ Matang	Berhasil
9	Kuning	40	55	$\frac{1}{2}$ Matang	Berhasil
10	Kuning	38	55	$\frac{1}{2}$ Matang	Berhasil

Pada tabel 3 dilakukan percobaan dengan menggunakan warna buah kopi yang berwarna merah, kuning dan hijau yang dilakukan sebanyak 10 kali, di dapat kan hasil dengan buah kopi yang berhasil yaitu sebanyak 8 buah Kopi keberhasilan ini terjadi dikarenakan pembacaan nilai rgb sesuai dengan warna pada buah kopi sementara buah kopi yang mengalami kegagalan sebanyak 2 kali, kegagalan ini terjadi karena sensor TCS3200 yang tidak dapat mendeteksi warna buah kopi yang disebabkan karena sensor TCS3200 sangat sensitif terhadap cahaya lingkungan sekitar sehingga pembacaan menjadi salah dan juga bisa terjadi karena posisi buah kopi tidak selalu tepat berada dibawah sensor TCS3200.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa Sensor TCS3200 yang telah dibangun berfungsi dengan baik. Hasil implementasinya menunjukkan bahwa tingkat akurasi alat tersebut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti tingkat pencahayaan, jenis objek berwarna yang akan dideteksi, dan jarak antara sensor dengan objek berwarna. Dalam konteks ini, sistem kontrol otomatis untuk memisahkan biji kopi berdasarkan kualitas menggunakan Sensor Warna TCS3200 telah berhasil dalam mengarahkan biji kopi ke wadah yang telah ditentukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Mengucapkan terimakasih kepada Risnauri Hidayat yang telah meluangkan waktu untuk membuat template ini.

REFRENSI

[1] E. Damayanti and N. Sepdiansa, "Rancang bangun pengembangan mesin pemilah buah kopi secara otomatis berbasis mikrokontroller arduino uno," *J. Tedc*, vol. 16, no. 1, pp. 8–11, 2022.

[2] Ahyuna and Herlinda, "Pembuatan Alat Pemisah Buah Kopi Otomatis Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Warna Tcs230 Berbasis Mikrokontroler," *J. Ilm. MATRIK*, vol. 22, no. 2, 2020.

[3] R. Rizky, T. Hidayat, A. Hardianto, and Z. Hakim, "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Untuk pengukuran Keakuratan Jarak Pada Pintu Otomatis di CV. Bejo Perkasa," *J. Tek. Inform. Unika St. Thomas*, vol. 05, no. 01, pp. 33–42, 2020.

[4] B. Samudra, I. Aprilia, and M. Misdiyanto, "Rancang Bangun Alat Pemisah Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Cahaya," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 23, no. 1, p. 11, 2021, doi: 10.24912/tesla.v23i1.9228.

[5] A. Hanafie, S. Baco, and Kamarudding, "Perancangan Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Arduino Uno," *J. Teknol. dan Komput.*, vol. 1, no. 01, pp. 24–31, 2021, doi: 10.56923/jtek.v1i01.70.

- [6] B. Thomas Edvan, R. Edison, and M. Same, "Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian pada," *J. Agro Ind. Perkeb.*, vol. 4, no. 1, pp. 31–40, 2016.
- [7] B. Ardinata, S. Nurcahyo, B. Priyadi, C. Fuzzy, M. Servo, and I. Pendahuluan, "198-359-1-Sm," vol. 07, pp. 0–5, 2020.
- [8] A. Hilal and S. Manan, "Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu," *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i2.8924.
- [9] S. S. Harahap, *Implementasi Metode Logika Fuzzy Sugeno Pada Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Mikrokontroler*. 2021.
- [10] H. Nasution, "Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan," *ELKHA J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 4–8, 2020, [Online]. Available: [https://jurnal.untan.ac.id/index.php/Elkha/article/view/512%0Ahttp://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1559615&val=2337&title=Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan](https://jurnal.untan.ac.id/index.php/Elkha/article/view/512%0Ahttp://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1559615&val=2337&title=Implementasi%20Logika%20Fuzzy%20pada%20Sistem%20Kecerdasan%20Buatan)