

DOI: doi.org/10.21009/03.1301.FA07

# OPTIMISASI PEMANFAATAN SENSOR WARNA TCS3200 DALAM PENGEMBANGAN SISTEM OTOMATIS UNTUK PEMILAHAN BIJI KOPI BERDASARKAN PERBEDAAN JARAK

Hanum Puji Pangesti <sup>1, a)</sup>, Hadi Nasbey <sup>1, b)</sup>, Haris Suhendar <sup>1, c)</sup>

<sup>1</sup>*Program Studi Fisika, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur, 13220, Indonesia.*

Email: <sup>a)</sup>hanumpuji13@gmail.com; <sup>b)</sup>hadinasbey@unj.ac.id; <sup>c)</sup>haris\_suhendar@unj.ac.id

## Abstrak

Peningkatan permintaan akan kualitas biji kopi yang baik telah mendorong pengembangan sistem otomatis dalam pemilahan biji kopi. Salah satu komponen yang berperan penting dalam sistem ini adalah sensor warna yang mampu memberikan informasi akurat tentang nilai optimal dalam penggunaan sensor warna dalam pemilahan biji kopi. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap sensor warna TCS3200 dengan tujuan mengoptimalkan penggunaannya dalam perancangan sistem pemilahan biji kopi otomatis berdasarkan variasi jarak. Metode yang digunakan adalah identifikasi parameter yang mempengaruhi tingkat akurasi pengukuran dan penyesuaian parameter sensor terhadap variasi warna menggunakan tiga warna kertas yang berbeda. Jarak sensor diuji pada rentang 1 cm hingga 20 cm dengan penambahan jarak sebagai variasi sebesar 0,5 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak optimal sensor yang diperoleh adalah 16,5 cm, 7,5 cm dan 15 cm dengan ukuran objek 14,8 cm x 21 cm untuk ketiga warna objek yang berbeda. Selanjutnya, sensor akan digunakan untuk pengembangan sistem pemilahan biji kopi secara otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor warna.

**Kata kunci:** sensor warna, jarak, warna RGB, pengujian, otomatisasi

## Abstract

The increase in demand for good quality coffee beans has encouraged the development of automated systems in sorting coffee beans. One component that plays an important role in this system is a color sensor that is able to provide accurate information about the optimal value in the use of color sensors in sorting coffee beans. In this study, tests were carried out on TCS3200 color sensors with the aim of optimizing their use in the design of automatic coffee bean sorting systems based on distance variations. The method used is the identification of parameters that affect the level of measurement accuracy and adjustment of sensor parameters to color variations using three different colors of paper. Sensor distances are tested in the range of 1 cm to 20 cm in incremental distances as a variation of 0.5 cm. The test results showed that the optimal distance of the sensor obtained was 16.5 cm, 7.5 cm and 15 cm with an object size of 14.8 cm x 21 cm for three different object colors. Furthermore, the sensor will be used for the development of an automatic coffee bean sorting system based on Arduino Uno and color sensors.

**Keywords:** sensor, distance, RGB color, testing, automation

## PENDAHULUAN

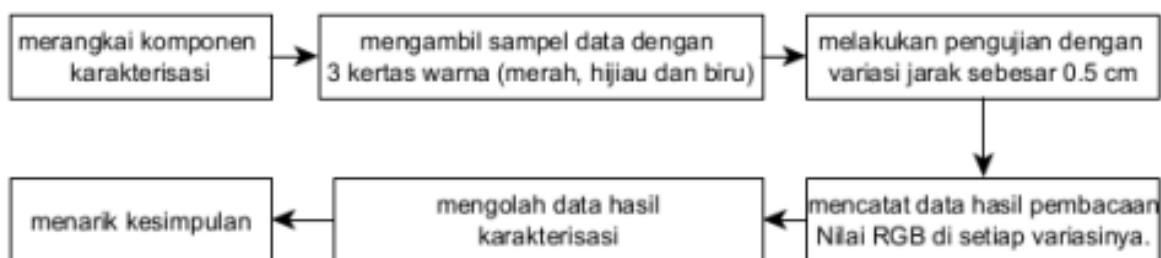
Kopi merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomi tinggi di pasar global [1]. Permintaan akan kopi berkualitas tinggi terus meningkat, sehingga memicu upaya untuk meningkatkan proses produksi dan pemilahan biji kopi. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pemilahan biji kopi adalah dengan menggunakan sistem otomatis yang dapat memisahkan biji kopi berdasarkan karakteristik warna yang menjadi penentu akan kualitas kopi.

Sensor warna menjadi salah satu komponen kunci dalam pengembangan sistem pemilahan otomatis untuk biji kopi berbasis Arduino uno. Sensor warna TCS3200 merupakan salah satu sensor yang umum digunakan dalam aplikasi ini karena kemampuannya dalam mengukur warna dengan akurat berdasarkan Panjang gelombangnya [2]. TCS3200 adalah IC yang mengonversi warna cahaya menjadi frekuensi [3]. Komponen utamanya adalah fotodioda dan pengubah arus ke frekuensi. Sensor ini memberikan output digital berupa pulsa yang merupakan hasil pembacaan warna RGB. Sensor ini memiliki fotodetektor dengan filter warna merah, hijau, biru, dan clear, yang terdistribusi dalam array [4][5]. Modul ini juga dilengkapi osilator yang menghasilkan pulsa square dengan frekuensi sesuai warna yang dideteksi [6][7]. Namun, penggunaan sensor warna ini memerlukan optimisasi, terutama dalam hal penyesuaian terhadap perbedaan jarak antara sensor dan objek yang diukur. Perbedaan jarak ini dapat mempengaruhi akurasi dan konsistensi pengukuran warna, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi proses pemilahan biji kopi [8].

Dalam penelitian ini, kami bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sensor warna TCS3200 dalam pengembangan sistem otomatis untuk pemilahan biji kopi berdasarkan perbedaan jarak menggunakan Arduino Uno. Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi parameter-parameter yang mempengaruhi akurasi pengukuran sensor warna TCS3200, serta untuk menentukan jarak optimal antara sensor dan objek dalam pemilahan biji kopi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pemilahan biji kopi yang lebih efisien dan akurat.

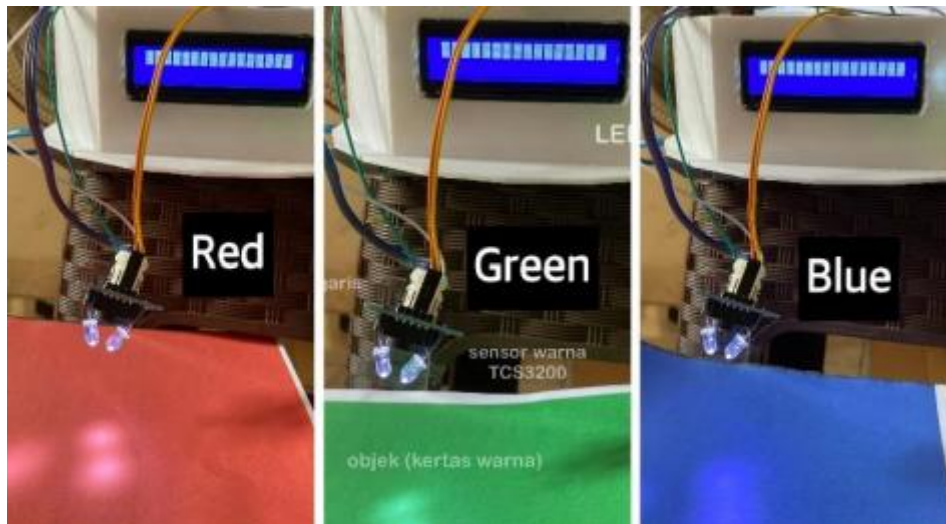
## METODE

Sistem pemilahan biji kopi secara otomatis ini terdiri dari sensor warna TCS3200 yang digunakan untuk mendeteksi nilai RGB dari masing-masing biji kopi dan motor servo yang membantu dalam pemilahan biji kopi sesuai dengan warnanya. Proses karakterisasi sensor TCS3200 dilakukan dengan identifikasi parameter yang mempengaruhi tingkat akurasi pengukuran dan penyesuaian parameter sensor terhadap variasi warna menggunakan tiga warna kertas yang berbeda. Jarak sensor diuji pada rentang 1 cm sampai 20 cm dengan penambahan jarak sebagai variasi sebesar 0,5 cm. Dalam proses karakterisasi digunakan objek dengan ukuran 14,8 cm x 21 cm. Skema dari proses karakterisasi sensor ditunjukkan pada GAMBAR 1.



**GAMBAR 1.** Skema Proses Karakterisasi Sensor

Adapun tahapan dalam proses karakterisasi ini sebagai berikut. Pertama, merangkai komponen karakterisasi dengan menghubungkan sensor warna TCS3200, LCD I2C, dan Arduino Uno menggunakan kabel jumper. Langkah ini dilakukan untuk mempersiapkan sistem karakterisasi. Kemudian, pada GAMBAR 2, dilakukan pengambilan data dengan menggunakan tiga buah kertas warna yang didekati oleh sensor warna TCS3200.



**GAMBAR 2.** Proses karakteristik sensor warna TCS3200

Selanjutnya, data hasil pembacaan nilai RGB pada masing-masing objek dicatat. Tahap terakhir adalah melakukan pengolahan data hasil karakterisasi. Pengolahan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai persamaan kalibrasi dan kesalahan relatif pengukuran dari sensor warna yang digunakan. Dengan demikian, proses karakterisasi sensor dapat memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi sensor warna TCS3200 bertujuan untuk memperoleh karakteristik dari sensor seperti akurasi, persamaan regresi linear, rentang kerja sensor, serta jarak optimum dalam pengujian. Sensor warna TCS3200 ini merupakan converter yang bisa mengubah warna menjadi frekuensi, yang tersusun atas konfigurasi fotodiode silikon dan converter arus ke frekuensi dalam IC CMOS monolithic tunggal. Di dalam TCS3200, konverter cahaya ke frekuensi membaca sebuah array fotodiode  $8 \times 8$ , 16 fotodiode mempunyai penyaring warna biru, 16 fotodiode mempunyai penyaring warna merah, 16 fotodiode mempunyai penyaring warna hijau, dan 16 fotodiode untuk warna terang tanpa penyaring. Empat tipe warna dari fotodiode diintegrasikan untuk meminimalkan efek ketidakseragaman dari irradiance. Pada penelitian ini dilakukan karakteristik pada sensor warna TCS3200 yang akan digunakan untuk pengembangan alat pemilah kualitas biji kopi secara otomatis berbasis Arduino uno dan sensor warna TCS3200. Proses karakterisasi sensor warna ini dilakukan dengan menentukan jarak optimal sensor pada objek yang digunakan, pengolahan data karakterisasi dan uji coba sensor.

Tahap awal dalam melakukan karakterisasi yaitu persiapan bahan dan membuat rangkaian untuk karakterisasi. Pengujian ini dilakukan dengan penambahan variasi jarak sebesar 0,5 cm dengan menggunakan 3 objek yang berbeda, yaitu warna merah, hijau dan biru. Dari hasil pembacaan ini, maka akan dihasilkan suatu nilai digital kode warna RGB dalam  $\mu s$ . Data hasil pengujian karakteristik ini dapat dilihat pada TABEL 1 sampai dengan TABEL 3 dan nilai yang di uji yaitu pembacaan warna ketika berada pada jarak 1 cm sampai dengan 20 cm dengan penambahan jarak sebesar 0.5 cm dan nilai periode warna RGB. Sensor akan menghasilkan output berupa frekuensi, dan periode merupakan kebalikan dari frekuensi, sehingga data yang diperoleh diolah dengan persamaan (1)

$$f = \frac{1}{T} \quad (1)$$

Pada persamaan ini,  $f$  merupakan nilai frekuensi dan  $T$  merupakan nilai periode. Hasil pembacaan sensor warna TCS3200 pada objek berwarna merah dengan luas objek sebesar 14,8 cm x 21 cm ditunjukkan pada TABEL 1.

**Tabel 1.** Data Pengujian Objek Warna Merah dengan Ukuran 14,8 cm x 21 cm

Jarak (cm)	Red Period ( $\mu$ s)	Jarak (cm)	Red Period ( $\mu$ s)	Jarak (cm)	Red Period ( $\mu$ s)
1	53	7,5	196	14	259
1,5	68	8	207	14,5	272
2	80	8,5	212	15	274
2,5	95	9	220	15,5	275
3	108	9,5	223	16	273
3,5	116	10	231	16,5	269
4	129	10,5	244	17	40
4,5	138	11	249	17,5	53
5	147	11,5	253	18	68
5,5	158	12	255	18,5	73
6	177	12,5	264	19	81
6,5	181	12	255	19,5	83
7	190	13,5	265	20	69

Berdasarkan TABEL 1. yang merupakan tabel hasil pengujian objek warna merah berukuran 14,8 cm x 21 cm, terjadi kenaikan periode warna saat sensor berada pada ketinggian 1 cm hingga 16,5 cm dengan rentang periode warna dari 53  $\mu$ s hingga 269  $\mu$ s. Ketika sensor berada pada ketinggian 17 cm nilai periode warna turun menjadi 40  $\mu$ s. Saat sensor pada ketinggian selanjutnya, nilai periode yang dihasilkan bersifat fluktuatif. Hasil pengujian objek warna hijau dengan ukuran objek 14,8 cm x 21 cm ditampilkan pada TABEL 2. Periode mengalami kenaikan ketika berada pada ketinggian 1 cm hingga 7,5 cm dengan nilai periodenya sebesar 88  $\mu$ s hingga 319  $\mu$ s. Ketika sensor berada pada ketinggian 8 cm nilai periode warna turun menjadi 38  $\mu$ s.

**Tabel 2.** Data Pengujian Objek Warna Hijau dengan Ukuran 14,8 cm x 21 cm

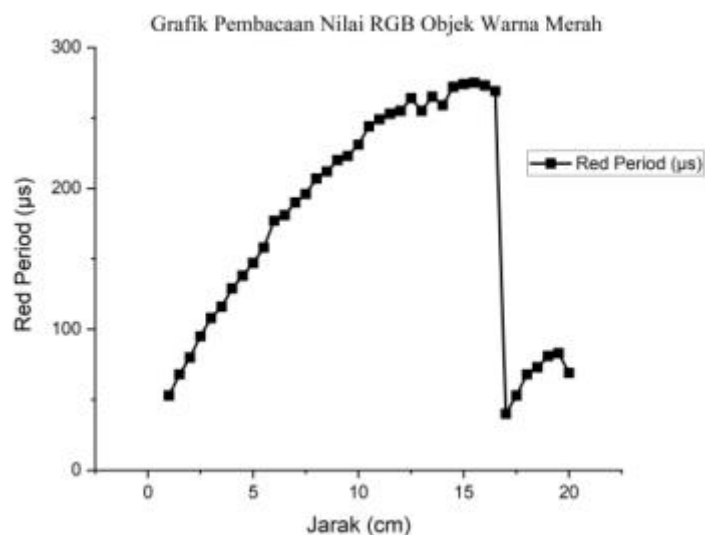
Jarak (cm)	Green Period ( $\mu$ s)	Jarak (cm)	Green Period ( $\mu$ s)	Jarak (cm)	Green Period ( $\mu$ s)
1	88	7,5	319	14	82
1,5	109	8	38	14,5	112
2	118	8,5	27	15	120
2,5	133	9	55	15,5	107
3	162	9,5	48	16	96
3,5	184	10	66	16,5	92
4	196	10,5	57	17	64
4,5	223	11	62	17,5	78
5	245	11,5	73	18	83
5,5	262	12	81	18,5	85
6	284	12,5	87	19	96
6,5	303	12	77	19,5	106
7	311	13,5	73	20	120

Hasil pengujian objek warna biru dengan ukuran objek 14,8 cm x 21 cm ditampilkan pada TABEL 3. Periode mengalami kenaikan ketika berada pada ketinggian 1 cm hingga 15 cm dengan nilai periodenya sebesar 52  $\mu$ s hingga 307  $\mu$ s. Ketika sensor berada pada ketinggian 15,5 cm nilai periode warna turun menjadi 27  $\mu$ s

**Tabel 3.** Data Pengujian Objek Warna Biru dengan Ukuran 14,8 cm x 21 cm

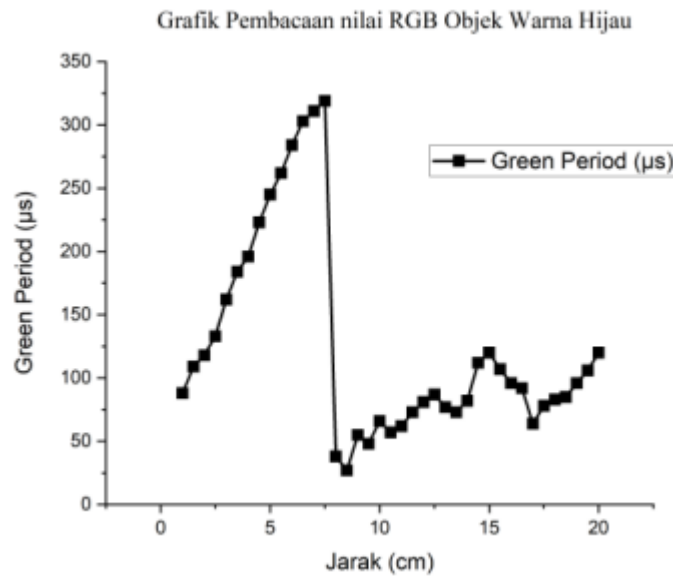
Jarak (cm)	Blue Period ( $\mu$ s)	Jarak (cm)	Blue Period ( $\mu$ s)	Jarak (cm)	Blue Period ( $\mu$ s)
1	52	7,5	235	14	297
1,5	71	8	246	14,5	303
2	96	8,5	251	15	307
2,5	110	9	253	15,5	27
3	133	9,5	257	16	32
3,5	148	10	261	16,5	38
4	161	10,5	268	17	288
4,5	172	11	275	17,5	301
5	180	11,5	279	18	283
5,5	194	12	283	18,5	274
6	211	12,5	285	19	288
6,5	222	12	289	19,5	290
7	232	13,5	291	20	295

Hasil data pada TABEL 1, TABEL 2, dan TABEL 3 selanjutnya akan digunakan untuk menghasilkan grafik hubungan antara jarak dengan periode yang ditunjukkan pada GAMBAR 3. sampai dengan GAMBAR 5. Dari grafik ini pula dapat dilihat pada jarak tertentu sensor masih dapat bekerja secara optimal.



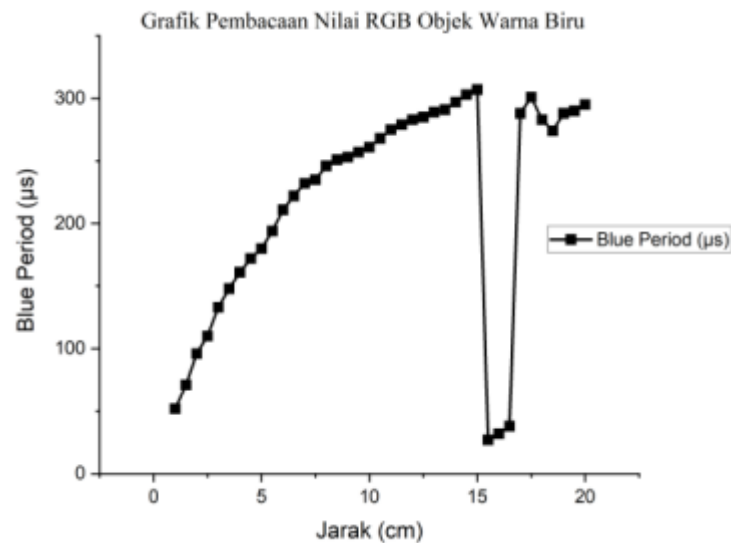
**GAMBAR 3.** Grafik Pembacaan Nilai RGB pada Objek Berwarna Merah

Pada GAMBAR 3 merupakan hasil pembacaan pada percobaan warna merah, terlihat bahwa pembacaan sensor meningkat secara konsisten hingga mencapai jarak 16,5 cm, namun mengalami penurunan ketika jarak mencapai 17 cm. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sensor dapat beroperasi secara optimal hingga jarak 16,5 cm.



**GAMBAR 4.** Grafik Pembacaan Nilai RGB pada Objek Berwarna Hijau

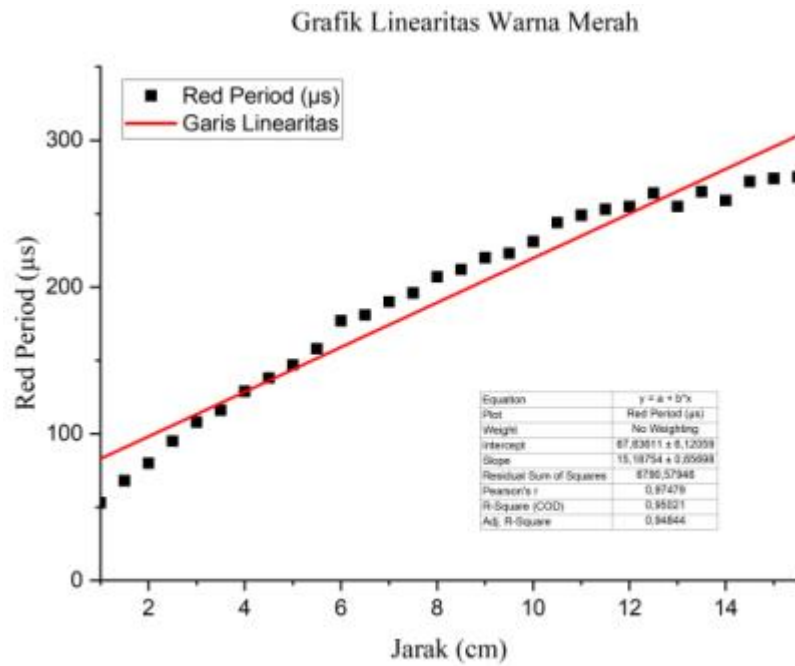
Pada GAMBAR 4 yang menggambarkan percobaan warna hijau, terlihat bahwa sensor mencatat data yang meningkat secara konsisten hingga mencapai jarak 7,5 cm, namun mengalami penurunan ketika jarak mencapai 8 cm. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sensor dapat beroperasi secara optimal hingga jarak 7,5 cm. Jarak-jarak tersebut dianggap optimal sebab nilai periode yang dihasilkan selalu naik tanpa ada penurunan.



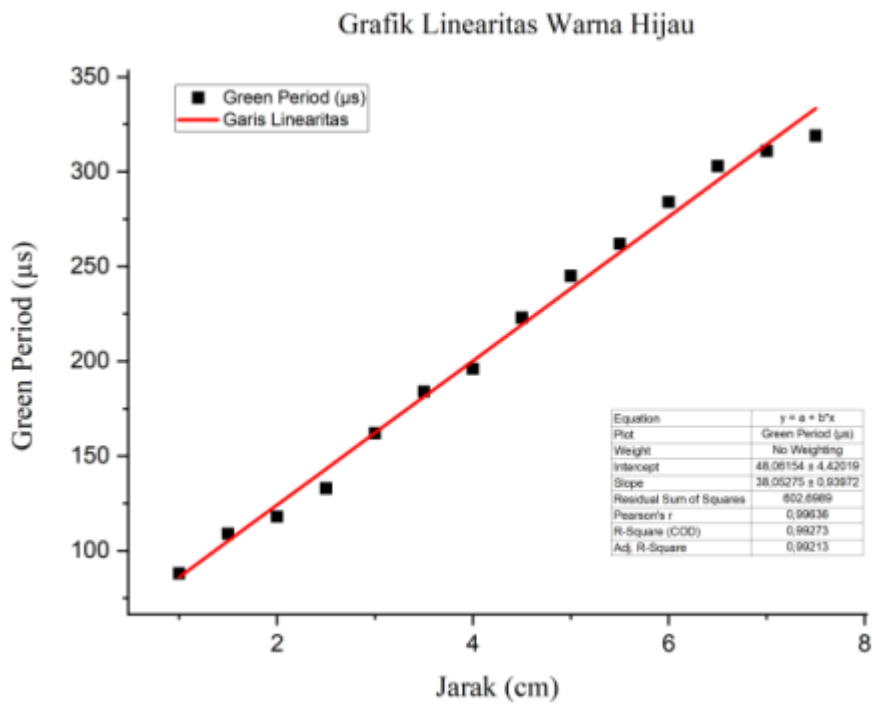
**GAMBAR 5.** Grafik Pembacaan Nilai RGB pada Objek Berwarna Biru

Pada GAMBAR 5 yang menggambarkan percobaan warna biru, terlihat bahwa sensor mencatat data yang meningkat secara konsisten hingga mencapai jarak 15 cm, namun mengalami penurunan ketika jarak mencapai 15,5 cm. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sensor dapat beroperasi secara optimal hingga jarak 15 cm.

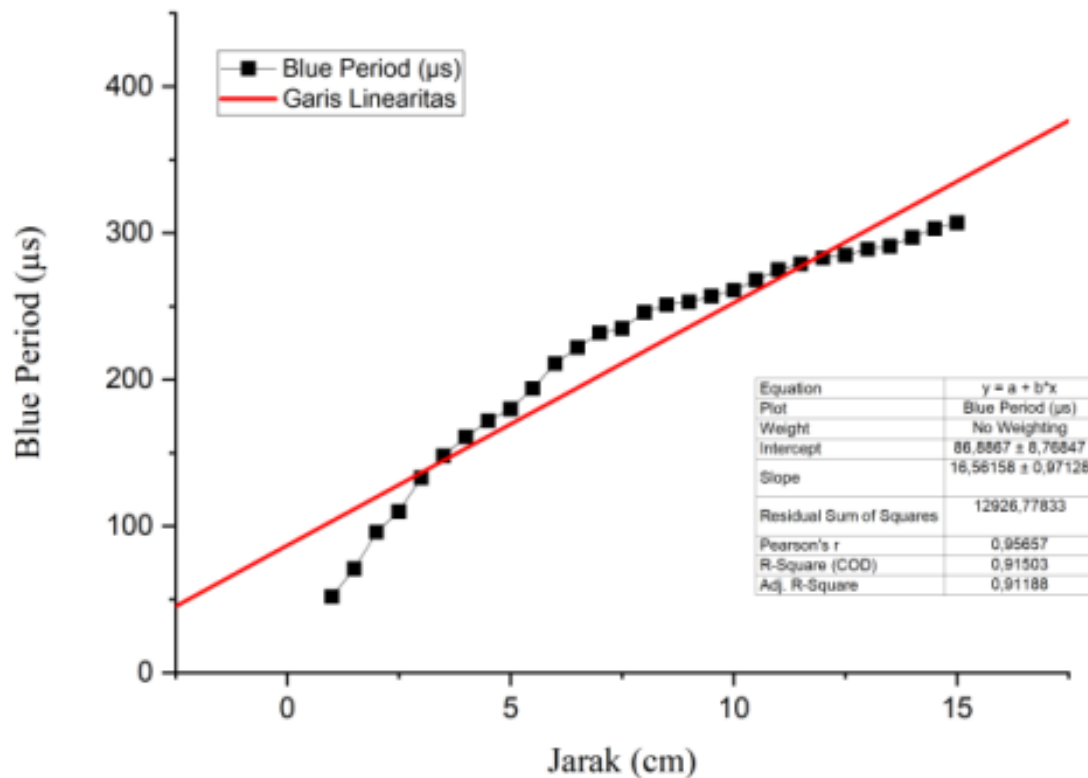
Kelinieran sensor tersebut dapat dilihat jika diambil data dari jarak 1 cm hingga jarak optimalnya. Grafik tersebut dapat dilihat pada GAMBAR 6 sampai dengan GAMBAR 8. Dari GAMBAR 6 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran untuk warna merah menunjukkan kelinieran yang baik dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,9502.



**GAMBAR 6.** Grafik Linearitas Warna Merah



**GAMBAR 7.** Grafik Linearitas Warna Hijau  
**Grafik Linearitas Warna Biru**



**GAMBAR 8.** Grafik Linearitas Warna Biru

Pada GAMBAR 7 dapat dilihat bahwa grafik hasil pengukuran untuk warna hijau menunjukkan kelinearan yang sangat baik sebesar 0,9927 serta untuk kelinearan warna biru dapat dilihat dari GAMBAR 8 dengan nilai sebesar 0,915. Seluruh hasil pengukuran untuk setiap warna diatas menghasilkan kelinearan yang baik, yang nilainya mendekati 1. Angka tersebut menunjukkan bahwa variasi jarak dapat mempengaruhi nilai periode yang dihasilkan. Hal ini berarti bahwa semakin dekat jarak sensor dengan objek, semakin akurat respons sensor terhadap warna. Oleh karena itu, dalam aplikasi pengukuran warna, penting untuk memperhitungkan jarak antara sensor dan objek untuk memastikan hasil yang optimal dan konsisten.

**KESIMPULAN**

Pada penelitian kali ini dilakukan karakterisasi sensor warna TCS3200 untuk pengembangan alat pemilah kualitas biji kopi otomatis berbasis Arduino Uno. Sensor ini mengubah warna menjadi frekuensi dan diuji dengan variasi jarak 0,5 cm menggunakan objek merah, hijau, dan biru. Hasilnya menunjukkan sensor bekerja optimal hingga jarak 16,5 cm untuk merah, serta 7,5 cm untuk hijau dan 15 cm untuk biru. Data menunjukkan kelinearan baik dengan nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,9502 untuk merah, 0,9927 untuk hijau, dan 0,915 untuk biru, hal ini berarti nilai R dari ketiga grafik tersebut nilainya mendekati 1. Angka tersebut menunjukkan bahwa variasi jarak dapat mempengaruhi nilai periode yang dihasilkan. Hal ini berarti bahwa semakin dekat jarak sensor dengan objek, semakin akurat respons sensor terhadap warna. Sensor TCS3200 terbukti akurat dan linear, cocok untuk pengembangan alat pemilahan biji kopi otomatis.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan dan kontribusi dari semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini. Penelitian ini tidak akan terwujud tanpa kerjasama dan dukungan Anda semua.

**REFERENSI.**

- [1] F. Arlius, M. A. Tjandra, dan D. Yanti, "Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Komoditas Kopi Arabika Di Kabupaten Solok," *J. Teknol. Pertan. Andalas*, vol. 21, no. 1, hal. 70, 2017, doi: 10.25077/jtpa.21.1.70-78.2017.
- [2] Z. Arisandy, T. M. Haykal, dan A. M. Purba, "Rancang Bangun Alat Sortir Bahan Kain Berdasarkan Degradasi Warna Dengan Kontrol Outseal Plc," *Pros. Konf. Nas. Soc. Eng. Polmed*, vol. 3, no. 1, hal. 926–933, 2022.
- [3] I. Zulkarnain, R. Mukhlis, dan A. Badrul, "Implementasi Alat Pendeteksi Warna Benda Menggunakan Fuzzy Logic dengan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD*, vol. 2, no. 2, hal. 106–117, 2019.
- [4] C. Mamatha, "Optimal Solution for the Smooth Movement of the Emergency Vehicle at the Time of Heavily Congested Traffic Using Traffic Signals and Light Detection," vol. 2, no. 4, hal. 3048, 2018.
- [5] M. S. V. S. R. T. S. M. M. P. Gowtham, "IRJET- Recognition of Emergency Vehicle using Light Detection and Traffic Light Controlling," *Irjet*, vol. 8, no. 7, hal. 2498–2502, 2021.
- [6] H. M. Hutajulu, A. Yanie, L. Adriana, dan D. Safitri, "Rancang Bangun Deteksi Kematangan Buah Kelapa Sawit Dan Peringatan Berbasis Telegram," *Pros. Semin. Nas. Tek. UISU 2023 Peran Teknol. Berkelanjutan dalam Era Disrupsi*, hal. 207–213, 2023.
- [7] M. Rido, "RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR KLOOROFIL DAUN KARET (Hevea brasiliensis) MENGGUNAKAN METODE TRANSMISI CAHAYA," *J. Online Phys.*, vol. 4, no. 2, hal. 24–33, 2019, doi: 10.22437/jop.v4i2.6374.
- [8] T. Ta'ali, W. Khairat, H. Habibullah, dan J. Sardi, "Pengaruh Jarak Terhadap Sensitivitas Sensor Warna TCS3200," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 1, hal. 67–74, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <http://jtein.pj.unp.ac.id/index.php/JTEIN/article/view/340>.