

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEMATANGAN PADA BUAH KOPI MENGGUNAKAN ARDUINO BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Helpy Susilawati¹, Ahmad Noor Jaman², Iik M Malik Matin³

^{1,3}Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

³Teknik Multimedia dan Jaringan, Politeknik Negeri Jakarta, Kota Depok, Jawa Barat, 16425, Indonesia

Korespondensi: nurjamanahmad22@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received:05-06-2023

Revised:24-06-2023

Accepted:26-06-2023

Abstrak

Kopi merupakan minuman yang digemari oleh banyak orang, Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta. Sebelum menjadi minuman yang siap disajikan, kopi memerlukan beberapa tahapan proses dalam pengolahan, diantaranya yaitu pemilihan kualitas biji kopi yang dipetik, pengeringan, dan tahapan akhir yaitu penyangraian. Pengolahan kopi sangat berperan penting dalam menentukan cita rasa dan kualitas kopi, saat ini peningkatan produksi kopi di Indonesia masih terhambat oleh rendahnya mutu buah kopi yang dihasilkan sehingga mempengaruhi pengembangan produksi akhir kopi. Dengan menerapkan teknologi yang lebih canggih, pada penelitian ini dibuat alat yang dapat memudahkan manusia dalam memilah buah kopi matang, belum matang dan terlalu matang dengan menggunakan metode *Hue Saturation Value* (HSV). Alat ini dibuat dengan menggunakan Arduino sebagai mikrokontrolernya, kamera sebagai pendeteksi dan motor servo sebagai penghantar buah kopi. Berdasarkan hasil pengujian, sistem dapat mengenali warna dari buah kopi dengan nilai rata rata akurasi sebesar 99%.

Kata kunci: *Hue Saturation Value, opencv, Arduino, kopi, pengolahan citra*

DESIGN AND DEVELOPMENT OF COFFEE RIRRYTY DETECTOR USING DIGITAL IMAGE PROCESSING BASED ARDUINO

Abstract

Coffee is a drink that is loved by many people. World coffee consumption reaches 70% comes from the Arabica coffee species and 26% comes from the Robusta coffee species. Before becoming a ready-to-serve drink, coffee requires several stages of processing, including selecting the quality of the coffee beans that are picked, drying, and the final stage, namely roasting. Coffee processing plays an important role in determining the taste and quality of coffee. At present, the increase in coffee production in Indonesia is still hampered by the low quality of the coffee fruit produced, which affects the development of the final coffee production. By applying more sophisticated technology, this research

created a tool that can make it easier for humans to sort ripe, immature and overripe coffee cherries using the Hue Saturation Value (HSV) method. This tool is made using an Arduino as a microcontroller, a camera as a detector and a servo motor as a conductor of coffee cherries. Based on the test results, the system can recognize the color of the coffee beans with an average accuracy value of 99%.

Keywords: *Arduino, coffee, Hue Saturation Value, image processing, opencv.*

1. Pendahuluan

Pengolahan kopi sangat berperan penting dalam menentukan cita rasa dan kualitas kopi, saat ini peningkatan produksi kopi di Indonesia masih terhambat oleh rendahnya mutu buah kopi yang dihasilkan sehingga mempengaruhi pengembangan produksi akhir kopi[2]. Kopi sudah matang sempurna adalah kopi yang berwarna merah penuh memiliki cita rasa dan aroma yang paling bagus dan memiliki kandungan gula dan air yang seimbang. Kopi yang terlalu matang atau berwarna merah tua menghasilkan biji kopi berwarna cokelat kehitaman, Kopi semacam ini akan menghasilkan cita rasa seperti bau tanah. Kopi yang berwarna hijau kekuningan merupakan kopi yang belum matang dan memiliki kualitas rendah, tidak ada yang bisa kita lakukan untuk meningkatkan kualitas kopi tersebut. Kopi yang hijau (muda), secara umum akan menghasilkan rasa yang tidak enak, kurang manis dan memiliki sensasi astringent (menciuatkan rasa)[3].

Pengujian mutu fisik selama ini masih menggunakan cara manual (visual), proses sortasi atau pemilihan buah kopi masih menggunakan tenaga manusia tanpa bantuan alat apapun. Para pekerja memisahkan buah dari benda lainnya dan selanjutnya memilah antara buah yang matang, terlalu matang, dan belum matang, namun cara ini masih memiliki beberapa kelemahan: 1) kondisi fisik dan psikologis pemilih yang menyebabkan tidak konsistennya hasil pemilihan; 2) waktu yang dibutuhkan untuk proses pemilihan relatif lebih lama. Proses tersebut secara teori adalah proses pengenalan atau deteksi objek, di mana hal ini dapat dipermudah dengan menggunakan bantuan mesin.

Penelitian ini pada dasarnya sama dengan penelitian sebelumnya yang ditulis oleh Faizal Salman. Dimana penelitian ini sama-sama mendeteksi kematangan buah kopi berdasarkan warna, namun memiliki perbedaan dibagian sensor dan di konsep alat.. Penelitian sebelumnya masih menggunakan sensor APDS GY-9960, sedangkan penulis menggunakan *webcam*. Penelitian sebelumnya merasa masih ada kekurangan yang harus diperbaiki terutama di bagian sensor, dimana sensor tidak bekerja secara maksimal karena terkendala oleh cahaya. Berdasarkan permasalahan tersebut maka penulis berupaya untuk melakukan penelitian lanjutan[4].

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, untuk menggunakan pengolahan citra yang menentukan buah kopi siap untuk dipanen maka akan dibuat penelitian dengan judul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Kopi Menggunakan Arduino Berbasis Pengolahan Citra Digital”.

2. Metode

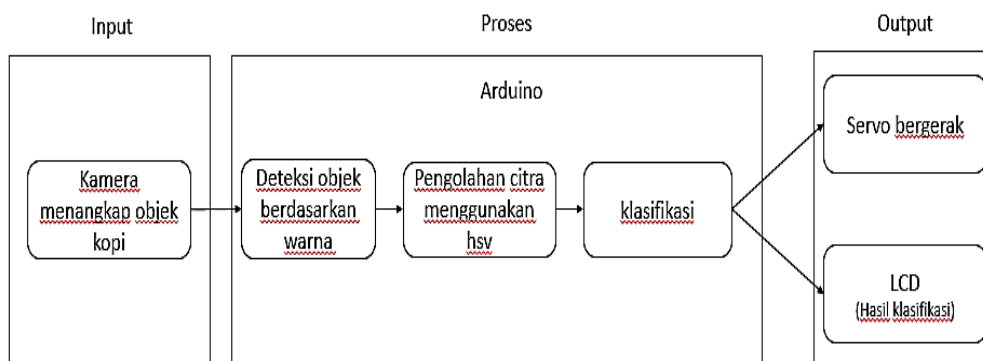
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode studi pustaka, pengumpulan alat dan bahan, perancangan sistem, uji coba alat dan evaluasi. Metode studi pustaka yang dilakukan dengan mencari dan menggunakan bahan penelitian dari perpustakaan, atau laporan hasil penelitian dari peneliti terdahulu. Pengumpulan alat dan bahan merupakan hal yang penting dalam merancang alat. Pendataan alat dan bahan dilakukan sesuai dengan kebutuhan ditinjau dari segi harga dan juga kualitas. Perancangan sistem dilakukan dengan merancaang komponen yang sudah ditentukan. Uji coba alat merupakan Proses paling penting karena kita dapat mengetahui apakah alat dan sistem yang telah dirakit dan dirancang dapat berfungsi dengan baik atau ada kegagalan dalam proses perakitan dan perancangan. Evaluasi bertujuan untuk mengetahui kekurangan saat proses uji coba dan menyelesaikannya ataupun mengetahui pengeluaran yang didapatkan serta suksesnya alat tersebut.

2.1 Alat Dan Bahan

Tabel 1. Alat dan Bahan

Perangkat Keras	Spesifikasi
<i>Microcontroller</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Model ATmega328 - Tegangan kerja 5 V - Tegangan kerja 7-12 vdc - Pin digital I/O 14 pin - SRAM 2 KB
Kamera <i>Webcam</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kamera mega pixel 0.9 - Pixed Fokus - Lensa Plastic - Resolusi Maks 720p/30fps
Motor Servo	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan sumber operasi 4.8V-7.2V - Kecepatan operasi 0.2 s/60° (4.8 V), 0.16 s/60° (6 V) - Torsi 8.5 kg cm (4.8 V), 10 kg cm (6 V) - Minimum pendeteksi jarak 0.02 m (2 cm) - Berat 55 gram
LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan 5V - Format tampilan 16 x 4 - Kontras Potensiometer - Ukuran 60mm x 99mm

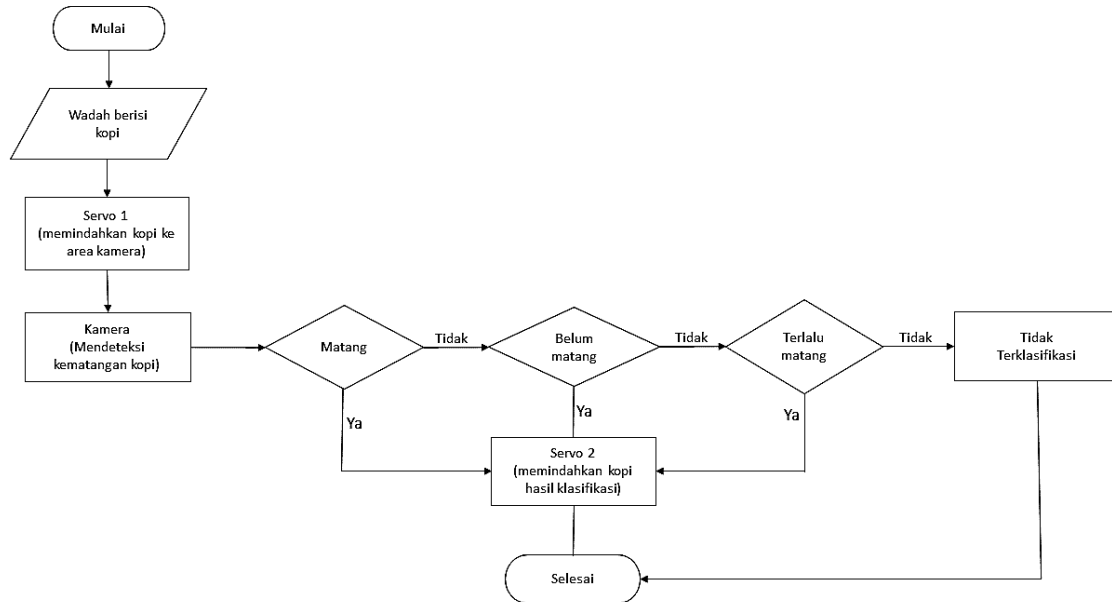
2.2 Diagram Blok



Gambar 1. Diagram Blok

Pada gambar diatas adalah menunjukan bagaimana sistem bekerja, yang terdiri dari tiga tahap yaitu input, proses dan output. Bagian input dimana kamera *webcam* menangkap objek kopi secara *real time*. Proses hasil dari penangkapan objek kopi menggunakan *webcam* akan di proses oleh Arduino dengan tahapan sebagai berikut, deteksi objek berdasarkan warna, Pengolahan citra menggunakan *hsv*, dan klasifikasi. Untuk outputnya sendiri yaitu ketika objek sudah dikenali sesuai dengan klasifikasi maka servo akan bergerak sesuai dengan hasil klasifikasi, dan lcd akan menampilkan informasi sesuai dengan hasil klasifikasi.

2.3 Flowchart Sistem



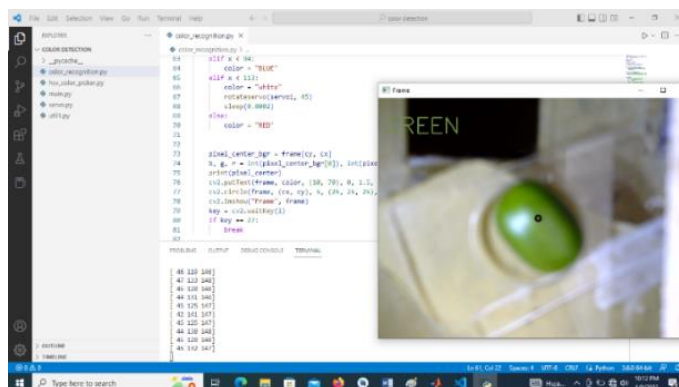
Gambar 2. Flowchart

Pada gambar 2, menunjukan sistem bekerja secara keseluruhan, mulai dari input wadah penampungan buah kopi, kopi akan keluar satu persatu diatur dengan menggunakan servo 1 dengan delay yang telah ditentukan. Servo 1 bergerak untuk memindahkan buah kopi ke area yang sudah dipasangkan kamera *webcam* untuk dideteksi, kamera *webcam* akan mendeteksi buah kopi matang yang memiliki persentasi 100% berwarna merah merata, untuk kopi belum matang memiliki presentasi seimbang 50% warna hijau dan 50% warna kuning, dan kopi terlalu matang memiliki presentasi antara 70% warna merah dan 30% warna coklat. Servo 2 bergerak untuk mengantarkan buah kopi ke wadah yang sesuai dengan kategori buah kopi yang sudah dideteksi oleh kamera *webcam*.

3. Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengujian didapatkan dengan melalui banyak percobaan, data yang ditampilkan merupakan data yang memenuhi kriteria keberhasilan. Berikut hasil pengujian kamera.

1) Pengujian kamera



Gambar 3. 1 Deteksi Mentah



Gambar 3. 2 Deteksi Matang



Gambar 3. 3 Deteksi Terlalu Matang

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh kamera dalam pendeteksian objek, kamera sudah mengenali objek buah kopi mentah, matang, dan terlalu matang. Kisaran ruang warna hsv yang digunakan dalam deteksi kematangan buah kopi yaitu [80 100 50] untuk kopi yang berwarna hijau (belum matang), [3 100 50] untuk kopi yang berwarna merah (matang), dan [20 100 50] untuk kopi yang berwarna merah tua (terlalu matang) [16].

2) Pengujian Motor Servo

Tabel 2. Pengujian Motor Servo 1

Nilai sudut putaran yang diuji	Nilai sudut putaran yang dibaca sensor	Error (%)
0°	0°	0
65°	50°	15%
29°	40°	11%

Berdasarkan data tabel 2 dilakukan pengujian terhadap motor servo menggunakan busur untuk mengetahui hasil dari pemrograman sesuai atau tidak dengan sudut yang telah ditentukan. Pemrograman terhadap sudut 65° terdapat hasil pengukuran menggunakan busur menunjukkan sudut 50° dan memiliki tingkat error 15%. Pemrograman terhadap sudut 29° terdapat hasil pengukuran menggunakan busur menunjukkan sudut 40° dan memiliki tingkat error 11%. Dari hasil yang didapat, ternyata sudut pemrograman dengan pengukuran menggunakan busur memiliki *error rate* 0,26%.

Tabel 3. Pengujian Motor Servo 2









Nilai sudut putaran yang diuji	Nilai sudut putaran yang dibaca sensor	Error (%)
40°	45°	5%
65°	70°	5%
115°	120°	5%
140°	155°	15%

Berdasarkan data tabel 3 dilakukan pengujian terhadap motor servo menggunakan busur untuk mengetahui hasil dari pemrograman sesuai atau tidak dengan sudut yang telah ditentukan. Pemrograman terhadap sudut 40° terdapat hasil pengukuran menggunakan busur menunjukkan sudut 45° dan memiliki tingkat error 5%. Pemrograman terhadap sudut 65° terdapat hasil pengukuran menggunakan busur menunjukkan sudut 70° dan memiliki tingkat error 5%. Pemrograman terhadap sudut 115° terdapat hasil pengukuran menggunakan busur menunjukkan sudut 120° dan memiliki tingkat error 5%. Pemrograman terhadap sudut 140° terdapat hasil pengukuran menggunakan busur menunjukkan sudut 155° dan memiliki tingkat error 15%. Dari hasil yang didapat, ternyata sudut pemrograman dengan pengukuran menggunakan busur memiliki *error rate* 0,3%.

3) Kesesuaian Warna

Berikut merupakan kisaran ruang warna hsv yang digunakan peneliti dalam deteksi kematangan buah kopi yaitu [80 100 50] untuk kopi yang berwarna hijau (belum matang), [3 100 50] untuk kopi yang berwarna merah (matang), dan [20 100 50] untuk kopi yang berwarna merah tua (terlalu matang) [16].

Tabel 4. Kesesuaian Warna

No	Nilai HSV	Warna
WARNA HIJAU		
1	Masukkan hue (H): <input type="text" value="80"/> °	Pratinjau warna: 
	Masukkan saturasi (S): <input type="text" value="100"/> %	
	Masukkan nilai (V): <input type="text" value="50"/> %	
	<input type="button" value="Convert"/> <input type="button" value="Reset"/>	
2	Masukkan hue (H): <input type="text" value="85"/> °	Pratinjau warna: 
	Masukkan saturasi (S): <input type="text" value="100"/> %	
	Masukkan nilai (V): <input type="text" value="50"/> %	
	<input type="button" value="Convert"/> <input type="button" value="Reset"/>	
3	Masukkan hue (H): <input type="text" value="89"/> °	Pratinjau warna: 
	Masukkan saturasi (S): <input type="text" value="100"/> %	
	Masukkan nilai (V): <input type="text" value="50"/> %	
	<input type="button" value="Convert"/> <input type="button" value="Reset"/>	
WARNA MERAH		
4	Masukkan hue (H): <input type="text" value="3"/> °	Pratinjau warna: 
	Masukkan saturasi (S): <input type="text" value="100"/> %	
	Masukkan nilai (V): <input type="text" value="50"/> %	
	<input type="button" value="Convert"/> <input type="button" value="Reset"/>	
5	Masukkan hue (H): <input type="text" value="13"/> °	Pratinjau warna: 
	Masukkan saturasi (S): <input type="text" value="100"/> %	
	Masukkan nilai (V): <input type="text" value="50"/> %	
	<input type="button" value="Convert"/> <input type="button" value="Reset"/>	
6	Masukkan hue (H): <input type="text" value="17"/> °	Pratinjau warna: 
	Masukkan saturasi (S): <input type="text" value="100"/> %	
	Masukkan nilai (V): <input type="text" value="50"/> %	
	<input type="button" value="Convert"/> <input type="button" value="Reset"/>	
WARNA MERAH KECOKLATAN		
7	Masukkan hue (H): <input type="text" value="20"/> °	Pratinjau warna: 
	Masukkan saturasi (S): <input type="text" value="100"/> %	
	Masukkan nilai (V): <input type="text" value="50"/> %	
	<input type="button" value="Convert"/> <input type="button" value="Reset"/>	
8	Masukkan hue (H): <input type="text" value="25"/> °	Pratinjau warna: 
	Masukkan saturasi (S): <input type="text" value="100"/> %	
	Masukkan nilai (V): <input type="text" value="50"/> %	
	<input type="button" value="Convert"/> <input type="button" value="Reset"/>	

4) Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pada pengujian ini sistem Keseluruhan pengujian berjalan dengan relatif lancar sesuai dengan cara kerja sistem yang seharusnya. Berdasarkan kajian *literature*, pada

penelitian sebelumnya pendeteksian kematangan buah kopi hanya menggunakan sensor warna. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan kamera sebagai pendeteksi. Pergantian sensor dari sensor warna APDS GY-9960 diganti dengan kamera webcam, pergantian ini sangat mempengaruhi efektifitas kerja. Pada saat pertama kali kamera dicoba dengan program yang sudah ditentukan, kamera langsung mengenali tingkat kematangan buah kopi.

Tabel 5. Hasil Deteksi Kopi Belum Matang

No	Buah Kopi	Nilai			Hasil Output	Tingkat Kesesuaian Warna
		H	S	V		
1	Buah Kopi mentah 1	80	100	52	Belum Matang	Sesuai
2	Buah Kopi mentah 2	82	100	44	Belum Matang	Sesuai
3	Buah Kopi mentah 3	83	95	50	Belum Matang	Sesuai
4	Buah Kopi mentah 4	83	95	50	Belum Matang	Sesuai
5	Buah Kopi mentah 5	82	100	50	Belum Matang	Sesuai
6	Buah Kopi mentah 6	85	98	47	Belum Matang	Sesuai
7	Buah Kopi mentah 7	80	100	43	Belum Matang	Sesuai
8	Buah Kopi mentah 8	85	100	55	Belum Matang	Sesuai
9	Buah Kopi mentah 9	89	91	50	Belum Matang	Sesuai
10	Buah Kopi mentah 10	80	100	55	Belum Matang	Sesuai

Tabel 6. Hasil Deteksi Kopi Matang

No	Buah Kopi	Nilai			Hasil output	Tingkat Kesesuaian Warna
		H	S	V		
1	Buah Kopi Matang 1	16	119	50	Matang	Sesuai
2	Buah Kopi Matang 2	13	114	50	Matang	Sesuai
3	Buah Kopi Matang 3	15	106	41	Matang	Sesuai
4	Buah Kopi Matang 4	15	100	45	Matang	Sesuai
5	Buah Kopi Matang 5	17	100	53	Matang	Sesuai
6	Buah Kopi Matang 6	17	101	49	Matang	Sesuai
7	Buah Kopi Matang 7	13	130	51	Matang	Sesuai
8	Buah Kopi Matang 8	16	107	46	Matang	Sesuai
9	Buah Kopi Matang 9	14	93	50	Matang	Sesuai
10	Buah Kopi Matang 10	15	105	46	Matang	Sesuai

Tabel 7. Hasil Kopi Terlalu Matang

No	Buah Kopi	Nilai			Hasil output	Tingkat Kesesuaian Warna
		H	S	V		
1	Buah Kopi Terlalau matang 1	20	100	45	Terlalu Matang	Sesuai
2	Buah kopi Terlalau matang 2	20	98	38	Terlalu Matang	Sesuai
3	Buah kopi Terlalau matang 3	25	99	31	Terlalu Matang	Sesuai
4	Buah kopi Terlalau matang 4	25	100	50	Terlalu Matang	Sesuai
5	Buah kopi Terlalau matang 5	20	105	42	Terlalu Matang	Sesuai
6	Buah kopi Terlalau matang 6	20	99	39	Terlalu Matang	Sesuai
7	Buah kopi Terlalau matang 7	25	83	43	Terlalu Matang	Sesuai
8	Buah kopi Terlalau matang 8	20	86	67	Terlalu Matang	Sesuai

9	Buah kopi Terlalu matang 9	20	97	46	Terlalu Matang	Sesuai
10	Buah kopi Terlalu matang 10	25	100	50	Terlalu Matang	Sesuai

Berdasarkan tabel 5, 6 dan 7, dapat dilihat bahwa secara keseluruhan alat dapat mendeteksi tingkat kematangan buah kopi dengan presentasi keberhasilan 100%. Alat dapat mendeteksi dengan baik pada setiap tingkat kematangan buah kopi, baik itu buah kopi belum matang, matang ataupun terlalu matang.

4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan awal yang telah dilakukan, maka kesimpulan diperoleh sebagai berikut, Kamera berhasil mendeteksi warna buah kopi dengan sesuai, Dari beberapa buah kopi yang saya uji tingkat keberhasilan pendeteksian warna mencapai 100%. Alat ini menggunakan dua buah Arduino, yang bertujuan untuk mengurangi delay pada kamera. Motor servo setelah dilakukan percobaan pada sudut yang telah ditentukan di program Arduino, servo 1 nilai persentase error dengan perhitungan manual dengan busur sebesar 0,26% , dan servo 2 nilai persentase error dengan perhitungan manual dengan busur sebesar 0,3%.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penelitian ini dapat terselesaikan. Penelitian ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa bimbingan, bantuan dan dukungan moral dari berbagai pihak. Untuk itu terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Garut dan pihak lain yang telah memberikan kerjasama dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] T. R. Nanda and M. Syaryadhi, "Perancangan Sistem Sortir Buah Kopi Berdasarkan Warna Dengan Teknik Citra Digital Berbasis Mikrokontroler Atmega 328P," *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 76–83, 2018.
- [2] H. Syahputra, F. Arnia, and K. Munadi, "Karakterisasi Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Warna Kulit Kopi Menggunakan Histogram dan Momen Warna," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, p. 42, 2019, doi: 10.25077/jnte.v8n1.615.2019.
- [3] H. Susilawati, A. F. Ikhsan, and F. Salman, "Prototyping Alat Pendeteksi Kematangan Buah Kopi Berbasis Arduino Menggunakan Sensor APDS GY-9960," *J. Penelit. dan Pengemb. Tek. Elektro Telekomun. Indones.*, vol. 11, no. 1, pp. 7–15, 2020.
- [4] A. Hilal, S. Manan, F. Teknik, and U. Diponegoro, "PEMANFAATAN MOTOR SERVO SEBAGAI PENGGERAK CCTV UNTUK MELIHAT ALAT-ALAT MONITOR DAN KONDISI PASIEN DI RUANG ICU," vol. 17, no. 2, pp. 95–99, 2013.

-
- [5] M. Monita and H. Hendri, "Sistem Kontrol Rumah Pintar Menggunakan Kamera Berbasis IoT," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 107–112, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i1.141.
- [6] Yoda Peruta Pratama, "Aplikasi Sensor Photodiode Sebagai Input Penggerak Motor pada Coconut Milk Auto machine," *Politek. Negeri Sriwij.*, vol. 18, no. 9, pp. 1689–1699, 2015.
- [7] P. M. A. Alvionita, Vella, "Bab II Landasan Teori," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [8] A. Satriyo, "Dasar Teori Kompresor," [1] A. Satriyo, "Dasar Teor. Kompresor," pp. 6–35, 2013., pp. 6–35, 2013, [Online]. Available: eprints.undip.ac.id
- [9] S. Ratna, "Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan Phyton Dan Text Editor Phycharm," *Technol. J. Ilm.*, vol. 11, no. 3, p. 181, 2020, doi: 10.31602/tji.v11i3.3294.
- [10] Julian, Ivan. 2019. Nilai Kisaran Warna HSV Untuk Deteksi Objek. Diakses pada 17 April dari [Nilai Kisaran Warna HSV untuk Deteksi Objek - ivanjul.com](http://NilaiKisaranWarnaHSVuntukDeteksiObjek-ivanjul.com)