



Penerapan Metode *Color Based Detection* Menggunakan Platform ESP32-Cam Sebagai Alat Pendeteksi Ikan Betta Varian Albino

Fahmi Ardiansyah^{1*}, Yoga Listi Prambodo², Iswidodo Iswidodo³

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Sistem Komputer, Universitas Bung Karno, Jakarta, Indonesia

³Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bung Karno, Jakarta, Indonesia

Email: ¹kapitalazar@gmail.com, ²yogalisti@ubk.ac.id, ³dodoiswidodo@yahoo.co.id

(* : Correspondence Author)

Diterima Redaksi: 20/11/2023

Selesai Revisi: 28/12/2023

Diterbitkan Online: 31/12/2023

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan yang timbul dalam mengidentifikasi varian ikan Betta, terutama varian Albino, yang seringkali sulit dibedakan oleh masyarakat awam karena kesulitan dalam membedakan perbedaan visual. Masalah ini mendorong perlunya pengembangan alat yang mampu secara otomatis membedakan varian ikan Betta Albino. Penelitian ini menghadirkan konsep implementasi platform ESP32-Cam sebagai alat pendeteksi varian ikan Betta Albino. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan platform ESP32-Cam yang merupakan inovasi sebagai alat pendeteksinya. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan akan alat yang dapat membantu masyarakat awam dalam mengidentifikasi varian ikan Betta Albino secara mudah tanpa memerlukan pengetahuan jenis-jenis ikan Betta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *color-based detection* menggunakan library *eloquent surveillance*. Proses pengambilan citra dilakukan melalui kamera ESP32-Cam dengan memanfaatkan konsep deteksi objek dan pengolahan citra. Penelitian ini juga melibatkan penerapan komponen seperti TCS 3200, LM393, dan LCD 1602 I2C untuk mendukung fungsi alat pendeteksinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pendeteksi objek varian ikan Betta Albino mampu mengidentifikasi perbedaan warna secara akurat. Melalui platform ESP32-Cam, alat ini berhasil menciptakan solusi otomatis yang dapat membedakan varian ikan Betta Albino dengan baik. Kesimpulannya, penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan platform ESP32-Cam dalam merancang alat pendeteksi varian ikan Betta Albino dapat diaplikasikan secara praktis. Alat ini memiliki potensi untuk memberikan kontribusi dalam memudahkan identifikasi varian ikan Betta Albino secara akurat kepada masyarakat umum.

Kata Kunci: ESP32-Cam, Identifikasi Varian, Ikan Betta Albino, Pendeteksi Objek, Color-Based Detection

Abstract – *This research aims to overcome the problems that arise in identifying Betta fish variants, especially Albino variants, which are often difficult to distinguish by ordinary people due to difficulties in distinguishing visual differences. This problem encourages the need to develop a tool that is able to automatically distinguish Betta Albino fish variants. This research presents the concept of implementing the ESP32-Cam platform as a Betta Albino fish variant detection tool. The novelty of this research lies in the use of the ESP32-Cam platform which is an innovation as a detection tool. The urgency of this research lies in the need for a tool that can help ordinary people in identifying Betta Albino fish variants easily without requiring knowledge of Betta fish species. The method used in this research is colour-based detection using the eloquent surveillance library. The image capture process is done through an ESP32-Cam camera by utilising the concept of object detection and image processing. This research also involves the application of components such as TCS 3200, LM393, and LCD 1602 I2C to support the function of the detection tool. The results show that the Betta Albino fish variant object detection device is able to identify colour differences accurately. Through the ESP32-Cam platform, this tool successfully creates an automated solution that can distinguish Betta Albino fish variants well. In conclusion, this study confirms that the use of the ESP32-Cam platform in designing the Betta Albino fish variant detection tool can be practically applied. This tool has the potential to contribute in facilitating the accurate identification of Betta Albino fish variants to the general public.*

Keywords: ESP32-Cam, Variant Identification, Albino Betta Fish, Object Detection, Colour-Based Detection

1. PENDAHULUAN

Pemahaman tentang ikan Betta, terutama varian Albino, sebagai ikan hias yang populer, telah diperoleh secara luas oleh masyarakat, tetapi identifikasi varian Albino secara visual seringkali menjadi sulit membedakannya. Kesulitan dalam membedakan varian Albino dari jenis Betta lainnya diakui sebagai masalah yang dihadapi oleh masyarakat awam. Teknologi modern telah banyak digunakan dalam berbagai bidang untuk mengatasi permasalahan-permasalahan seperti ini. Seperti penelitian yang dilakukan Prince





Marry S. dan kawan-kawan mereka melakukan riset terhadap penyortiran objek berbasis warna dengan mekanisme menggunakan kamera, sirkuit elektronik, dan mekanisme penyortiran dilakukan dengan mesin sortir berbasis *Internet of Things* (IoT) [1]. Penelitian lainnya oleh Ambikapathy dan kawan-kawan mereka menguraikan pengembangan pada desain robot pengikut objek dengan menggunakan Android, Arduino dan Open CV, *Raspberry Pi* dengan *OpenCV* dan *Color Based Vision Recognition* dimana robot diklaim dapat mengikuti manusia dan membantu kapan pun membutuhkan bantuan [2]. Penelitian lainnya oleh Zheng Song dan kawan-kawan dalam risetnya misi mereka menyelidiki cara meningkatkan klasifikasi dan deteksi objek secara berulang dan saling menguntungkan dengan mengambil keluaran dari satu tugas sebagai konteks tugas lainnya dengan menggunakan metode kontekstualisasi deteksi dan klasifikasi objek [3]. Penelitian relevan lainnya dilakukan oleh Michela Lecca dan kawan-kawan melakukan riset bagaimana sistem optik tertanam dapat mendeteksi kulit manusia dalam berbagai kondisi pencahayaan dengan menggunakan sistem yang terdiri dari sensor RGB berdaya rendah yang terhubung ke mikrokontroler hemat energi kemudian mengklasifikasikan sinyal input tersebut dan memberikan hasil deteksi objek kulit atau non-kulit [4]. Riset terkait lainnya dilakukan oleh M. B. Nugraha dan kawan-kawan dalam penelitiannya merancang dan membuat sistem identifikasi/otorisasi berbasis RFID menggunakan mikrokontroler dengan mengimplementasikan logika fuzzy menggunakan metode inferensi model mamdani dengan menerapkan sensor warna berbasis LED dan LDR, serta sistem identifikasi/otorisasi melalui inputan kartu RFID [5].

Meskipun telah ada pemahaman umum tentang ikan Betta [6], gap yang perlu diisi adalah pengembangan alat yang dapat secara otomatis membedakan varian ikan Betta Albino [7]. Saat ini, belum ada solusi yang memungkinkan masyarakat awam untuk dengan mudah mengidentifikasi perbedaan visual pada varian Albino dari ikan Betta lainnya [8]. Ada kebutuhan untuk mengisi kesenjangan ini dengan merancang alat pendeteksi yang dapat memberikan solusi otomatis untuk permasalahan identifikasi varian ikan Betta Albino.

Alat pendeteksi varian ikan Betta Albino menggunakan platform ESP32-Cam merupakan langkah yang penting untuk memperkenalkan solusi praktis dalam mengatasi permasalahan identifikasi ikan Betta Albino secara visual. Kita dapat memberikan kontribusi nyata dalam memudahkan masyarakat umum dalam mengidentifikasi varian ikan Betta Albino, sehingga mampu memperluas pemahaman pengetahuan dan pengenalan terhadap variasi ikan Betta secara lebih akurat dan cepat. Hal ini juga dapat menggugah inovasi teknologi dalam konteks pengembangan alat deteksi dalam bidang biologi dan ilmu kelautan. Dengan memahami gap yang ada dalam identifikasi varian ikan Betta Albino dan pentingnya mengatasi kesulitan tersebut, kita dapat melangkah maju memanfaatkan teknologi dalam mengisi kekosongan tersebut dengan pendekatan yang diperlukan untuk memberikan solusi bagi masyarakat umum.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan eksperimental [9] dengan menggunakan platform ESP32-Cam sebagai basis untuk merancang alat pendeteksi varian ikan Betta Albino. Eksperimen dilakukan dengan mengintegrasikan konsep *color-based detection* [10] dan diterapkannya sebagai pendukung pengkodean menggunakan *library eloquent surveillance* ke dalam alat tersebut. Penggunaan mikrokontroler ESP32-Cam dipilih sebagai landasan dalam pengembangan desain alat untuk mendukung proses identifikasi warna pada varian ikan Betta Albino secara otomatis.

2.2 Sampel Penelitian

Sampel ikan Betta Albino yang digunakan dalam pengujian alat pendeteksi berasal dari koleksi ikan Betta yang memiliki varian Albino dari beberapa sumber yang telah diverifikasi secara genetik. Selain itu, komponen-komponen pendukung seperti TCS 3200 [11], LM393 [12], dan LCD 1602 I2C digunakan dalam eksperimen untuk memastikan sebagai fungsi masukan dan keluaran alat pendeteksi.

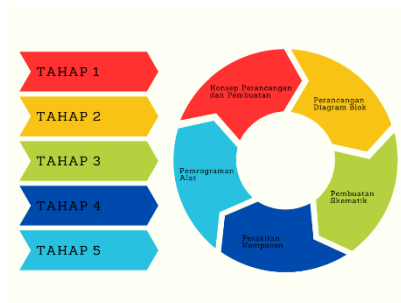
2.3 Instrumen Penelitian

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah platform mikrokontroler ESP32-Cam [13] yang dilengkapi dengan kamera untuk pengambilan citra. *Library eloquent surveillance* digunakan sebagai basis dalam menerapkan teknik *color-based detection*. Selain itu, komponen-komponen seperti sensor warna TCS 3200, komparator LM393, dan layar LCD 1602 I2C juga diintegrasikan ke dalam alat sebagai bagian dari instrumen pendukung.



2.4 Tahapan Penelitian

Tahap penelitian adalah serangkaian langkah yang merupakan bagian terstruktur dari proses penelitian [14]. Langkah-langkah ini direpresentasikan secara berurutan dalam bentuk diagram yang mencerminkan jalannya penelitian ini. Dalam penelitian ini, terdapat lima tahap yang harus dilalui seperti ditunjukkan pada gambar 1 berikut:

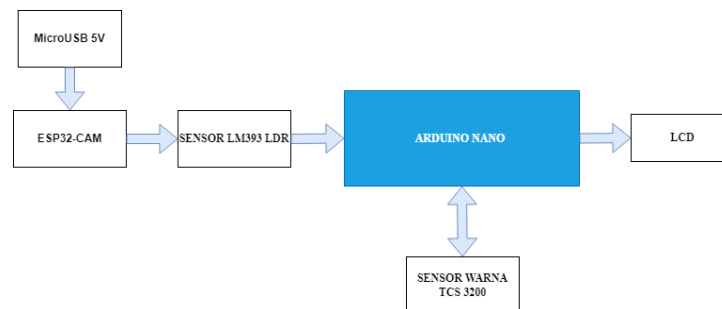


Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Konsep Perancangan dan Pembuatan

Tahap ini mencakup perumusan ide, konsep dasar, dan perencanaan awal terkait alat pendeteksi. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi kebutuhan utama alat, analisis konsep deteksi warna, serta perencanaan awal dalam membangun alat yang mampu mengenali perbedaan visual pada varian ikan Beta Albino.

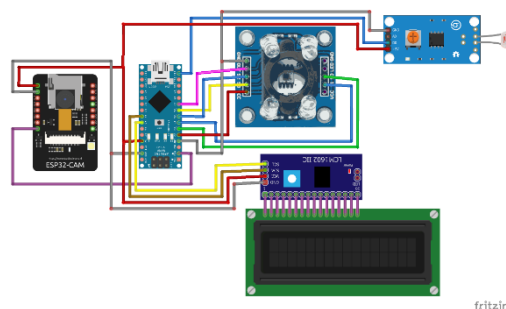
2. Perancangan Diagram Blok



Gambar 2. Perancangan Diagram Blok Alat

Langkah pembuatan diagram blok dilakukan untuk menggambarkan secara visual hubungan antar komponen pada alat pendeteksi [15][16] seperti pada gambar 2. Diagram blok ini memperlihatkan bagaimana komponen-komponen seperti kamera ESP32-Cam, sensor warna TCS 3200, komparator LM393, dan layar LCD 1602 I2C terhubung dan berinteraksi satu sama lain dalam menjalankan fungsi deteksi objek variannya.

3. Pembuatan Skematik



Gambar 3. Skematik Rangkaian Alat

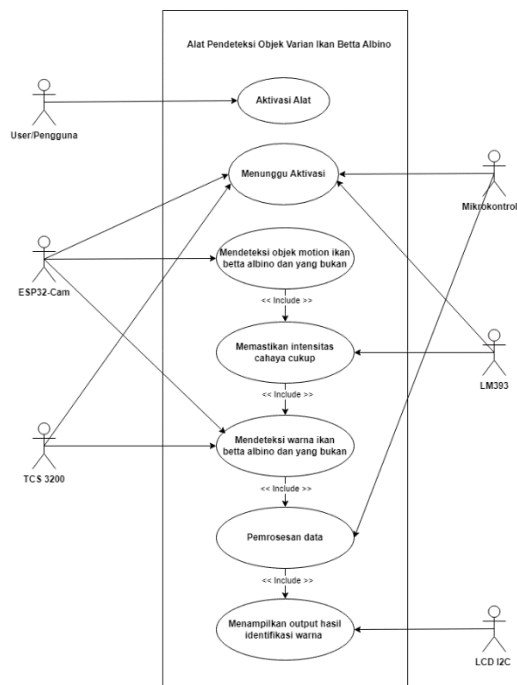
Pada gambar 3 di atas tahap pembuatan skematik dilakukan penggambaran tentang koneksi dan komponen elektronik yang diperlukan [17][18]. Skematik ini menguraikan bagaimana setiap bagian alat saling terhubung, termasuk bagaimana komponen-komponen dapat berinteraksi untuk menjalankan fungsi deteksi objek ikan Betta Albino.

4. Perakitan Komponen

Langkah ini adalah bagian dari pengumpulan seluruh komponen yang direncanakan dan dipersiapkan dalam skematik [19][20]. Komponen-komponen dapat dirakit sesuai dengan skematik yang digambarkan. Proses perakitan dilakukan dengan cermat untuk memastikan kesesuaian setiap komponen dalam pembuatan alat pendeteksi.

5. Pemrograman Alat

Tahap terakhir adalah dilakukan pemrograman pada alat, di mana dilakukan teknik pengkodean yang ditanamkan ke dalam mikrokontroler ESP32-Cam. Pemrograman ini memastikan alat dapat melakukan proses deteksi warna varian Albino sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya. Proses ini memerlukan pengujian dan iterasi untuk memastikan keberhasilan fungsionalitas alat menyesuaikan pembuatan *usecase* alat seperti pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. Usecase Alat Pendeteksi Objek Ikan Betta Albino

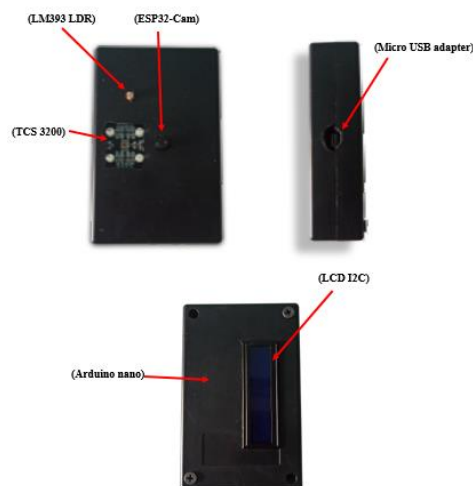
Penggunaan ESP32-Cam bertujuan untuk mendeteksi gerakan objek (dengan deteksi berbasis warna) pada ikan Betta Albino dan berfungsi sebagai pengendali untuk seluruh rangkaian. Input dari deteksi tersebut diproses oleh mikrokontroler. Sensor LM393 LDR bertugas memastikan tingkat pencahayaan yang optimal untuk objek, kemudian inputnya diolah oleh Arduino nano. Sensor TCS3200 digunakan untuk mengidentifikasi warna pada ikan Betta Albino, dan hasil deteksinya diolah oleh Arduino nano. Mikrokontroler berperan sebagai pemroses data dari input ESP32-Cam, Sensor TCS3200, dan Sensor LM393 LDR. Selanjutnya, LCD 1602 I2C berfungsi menerima hasil pemrosesan data dari mikrokontroler untuk menampilkan status, seperti informasi dari identifikasi warna varian ikan Betta Albino atau yang bukan.

Dengan melalui tahapan penelitian, selebihnya adalah proses pengambilan data yang dimulai dengan penggunaan kamera ESP32-Cam untuk memperoleh citra ikan Betta Albino. Citra yang diperoleh kemudian diolah menggunakan metode *color-based detection* yang terintegrasi dalam algoritma perangkat lunak. Data hasil deteksi warna dari varian ikan Betta Albino direkam dan dianalisis untuk mengevaluasi keakuratan dan efektivitas alat pendeteksi yang dikembangkan. Pengujian dilakukan secara berulang dengan berbagai kondisi pencahayaan dan variasi warna untuk memvalidasi konsistensi dan kinerja alat yang diharapkan

dapat terbentuk alat pendeteksi varian ikan Betta Albino yang handal dan akurat memberikan solusi bagi identifikasi visual pada varian ikan Betta Albino.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

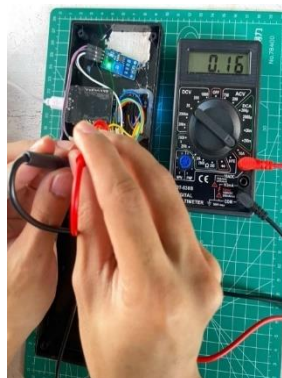
Alat pendeteksi objek varian ikan Betta Albino ini memiliki penutup yang terbuat dari bahan plastik. Di dalamnya terdapat komponen-komponen seperti mikrokontroler *single board*, ESP32-Cam, LM393, TCS3200, dan LCD I2C. Untuk mengaktifkan alat, menggunakan kabel microUSB yang disambungkan ke *port* USB pada ESP32-Cam atau menggunakan kabel mini USB untuk mikrokontroler. Setelah alat terhubung, alat akan mampu mendeteksi varian ikan Betta Albino dan yang bukan. Hasil deteksinya akan ditampilkan melalui layar LCD. Tampak secara perbagian ditunjukkan pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. Alat Pendeteksi Objek Ikan Betta Varian albino

3.1 Pengujian dan Pengukuran Arus Tegangan

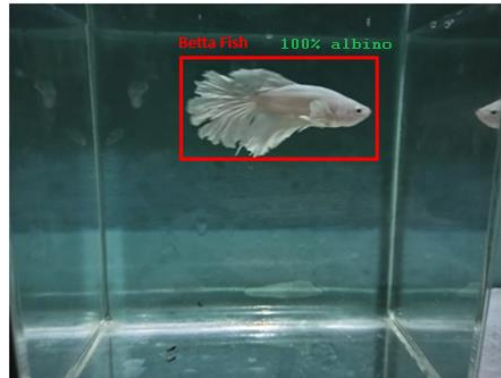
Batas aman disipasi daya pada IC regulator adalah 1.2 watt [21], dan pengukuran disipasi daya dilakukan pada alat pendeteksi varian ikan Betta Albino untuk memastikan keamanan penggunaannya. Setelah melakukan pengukuran arus menggunakan multimeter, alat ini menunjukkan hasil dengan angka 0.15 A, setara dengan 150 mA, sebagai arus terendah. Sementara itu, arus tertinggi yang tercatat adalah sebesar 0.16 A, setara dengan 160 mA. Hasil pengukuran ini memberikan gambaran tentang tingkat konsumsi arus pada alat pendeteksi, memastikan bahwa daya yang disipasi tetap dalam batas yang aman bagi IC regulator.



Gambar 6. Pengukuran Arus Pada Alat

3.2 Pengujian Platform ESP32-Cam

Dilakukan pengujian pada ESP32-Cam untuk memvalidasi kinerja alat dalam mendeteksi keakuratan mendeteksi varian ikan Betta Albino dan membedakannya dari ikan Betta non-Albino. Langkah ini dilakukan untuk memastikan bahwa alat telah berfungsi secara optimal dalam mengenali perbedaan visual antara varian ikan Betta Albino dan bukan Albino. Hal ini diperkuat dengan hasil pengukuran dan pemantauan arus serta daya yang telah dilakukan sebelumnya, untuk memastikan bahwa ESP32-Cam bekerja sesuai dengan yang ditetapkan.



Gambar 7. Pengujian Ikan Betta Albino

Pengujian proses pengenalan objek dilakukan seperti gambar 7 di atas dengan jarak pada titik awal dari lensa utama ESP32-Cam ke titik target objek ikan, dan teknik pengujian dimulai dari jarak 2 cm sampai dengan jarak 14 cm, pada tabel 1 memberikan detail hasil uji tingkat kepekaan alat mengenali objek

Tabel 1. Uji Deteksi Varian Albino

Jenis	Jarak	Persentase
Betta albino	2 cm	100%
Betta albino	4 cm	100%
Betta albino	6 cm	100%
Betta albino	8 cm	100%
Betta albino	10 cm	0%
Betta albino	12 cm	0%
Betta albino	14 cm	0%

Tabel 2. Nilai Warna Varian Albino

Jarak	R	G	B	Hasil
2 cm	304	329	256	albino
4 cm	333	339	265	albino
6 cm	329	322	249	albino
8 cm	311	328	255	albino
10 cm	336	340	269	non-albino
12 cm	328	334	252	non-albino
14 cm	306	317	255	non-albino

Berikut pada gambar 8 dilakukan pengujian pada ikan betta non-albino yaitu pada jenis betta *fighting*, seperti gambar berikut:



Gambar 8. Pengujian Ikan Betta Non-Albino

Pengujian proses pengenalan objek non-albino pada gambar 8 dilakukan sama seperti sebelumnya, pada tabel 2 memberikan detil hasil uji tingkat kepekaan alat mengenali objek non-albino pada jenis betta *fighting* dan *halfmoon rose gold* berikut:

Tabel 3. Uji Deteksi Varian Non-Albino

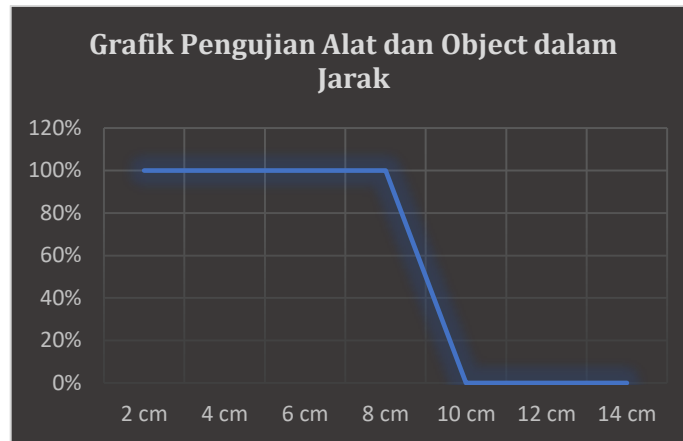
Jenis	Jarak	Persentase
non albino	2 cm	0%
non albino	4 cm	0%
non albino	6 cm	0%
non albino	8 cm	0%
non albino	10 cm	0%
non albino	12 cm	0%
non albino	14 cm	0%

Tabel 4. Nilai Warna Varian non-Albino Fighting

Jarak	R	G	B	Hasil
2 cm	380	407	322	non-albino
4 cm	407	435	335	non-albino
6 cm	361	402	318	non-albino
8 cm	383	426	334	non-albino
10 cm	398	401	309	non-albino
12 cm	366	404	318	non-albino
14 cm	407	434	333	non-albino

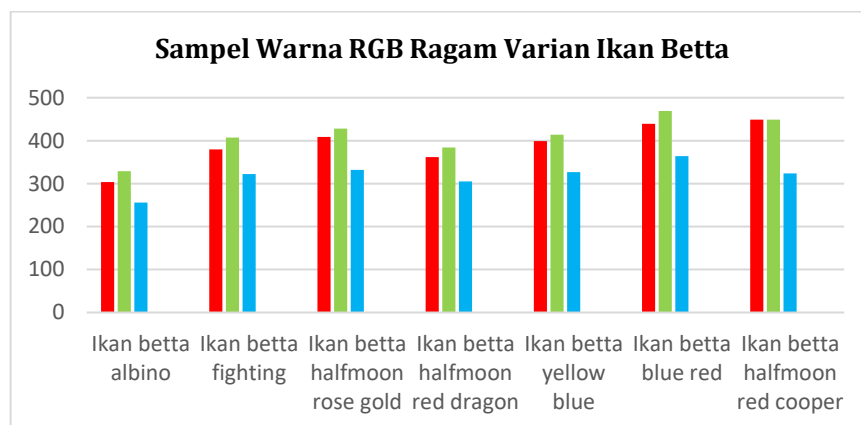
Tabel 5. Nilai Warna Varian non-Albino Halfmoon Rose Gold

Jarak	R	G	B	Hasil
2 cm	409	428	332	non-albino
4 cm	446	458	346	non-albino
6 cm	399	427	343	non-albino
8 cm	436	474	367	non-albino
10 cm	444	428	336	non-albino
12 cm	426	467	362	non-albino
14 cm	462	470	339	non-albino



Gambar 9. Grafik Pengujian Jarak Alat terhadap Objek

Dapat dibuktikan berupa dalam grafik gambar 9 di atas, ketika dilakukannya pengujian performa platform ESP32-Cam pada jarak 10 cm alat tidak dapat mengenali ikan betta albino maupun non-albino. Pada gambar 10 dibuktikan beberapa jenis varian betta lainnya yang ditunjukkan pada berupa grafik berikut:



Gambar 10. Nilai Warna RGB Ikan Betta Ragam Varian

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, penggunaan metode *Color Based Detection* terbukti dapat mengidentifikasi objek uji, dalam membedakan Albino dan Non-Albino. *Library Eloquent Surveillance* dapat mendukung kebutuhan pengkodean dalam pengimplementasian metode ini dan berhasil melakukan deteksi objek dalam jarak yang tidak lebih dari 8 cm, menunjukkan ketepatan dan konsistensi hasil dalam jarak dekat. Sensor warna yang digunakan mampu mengenali varian ikan Betta Albino dari sampel data yang telah direkam, bisa menegaskan dalam mengenali perbedaan visual berdasarkan nilai warna. Penggunaan metode *Color Based Detection* yang diterapkan pada platform ESP32-Cam memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam berbagai praktik terkait identifikasi hewan yang memiliki varian kaya warna. Saran untuk pengembangan lebih lanjut adalah memperluas cakupan pengujian alat ini pada berbagai kondisi lingkungan, termasuk pencahayaan yang berbeda-beda. Temuan ini membuka peluang untuk penggunaan metode serupa dalam identifikasi spesies lain yang memiliki karakteristik visual yang mirip dan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan teori deteksi objek berbasis warna dalam bidang biologi dan penginderaan.



REFERENCES

- [1] S. Prince Mary, S. V. Lakshmi, and S. Anuhya, "Color detection and sorting using internet of things machine," *J. Comput. Theor. Nanosci.*, vol. 16, no. 8, pp. 3276-3280, 2019.
- [2] A. Ambikapathy, J. Sandilya, A. Tiwari, G. Singh, and L. Varshney, "Analysis of Object Following Robot Module Using Android, Arduino and Open CV, Raspberry Pi with OpenCV and Color Based Vision Recognition," in *Advances in Power Systems and Energy Management: Select Proceedings of ETAEERE 2020*, 2021, pp. 365-377.
- [3] Z. Song, Q. Chen, Z. Huang, Y. Hua, and S. Yan, "Contextualizing object detection and classification," in *CVPR 2011*, 2011, pp. 1585-1592.
- [4] M. Lecca, M. Gottardi, B. Milosevic, and E. Farella, "A low power colour-based skin detectors for smart environments," *J. Int. Colour Assoc.*, vol. 16, pp. 24-40, 2016.
- [5] M. B. Nugraha, P. R. Ardianto, and D. Darlis, "Design and implementation of RFID line-follower robot system with color detection capability using fuzzy logic," in *2015 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCEREC)*, 2015, pp. 75-78.
- [6] J. Atmadjaja and M. Sitanggang, *Panduan Lengkap Budi Daya \& Perawatan Cupang Hias*. AgroMedia, 2010.
- [7] T. Cahyanto, W. A. Fadly, H. Haryono, R. A. S. Syahar, and E. Paujiah, "Diversity and Conservation Status of Ornamental Fish in Bandung, West Java, Indonesia," *J. Biota*, vol. 5, no. 2, pp. 64-71, 2019.
- [8] S. P. Tamba, A. Purba, Y. E. Kusuma, M. A. S. Vidyastuti, and S. Dharma, "Implementation of the rank order centroid (roc) method to determine the favorite betta fish," *INFOKUM*, vol. 9, no. 2, June, pp. 381-386, 2021.
- [9] F. Nugroho and A. U. Bani, *Pemahaman Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Deepublish, 2023.
- [10] A. Sriwastwa, S. Prakash, S. Swarit, K. Kumari, S. S. Sahu, and others, "Detection of pests using color based image segmentation," in *2018 Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT)*, 2018, pp. 1393-1396.
- [11] A. Juliano, A. H. Hendrawan, and R. Ritzkal, "Information system prototyping of strawberry maturity stages using arduino uno and TCS3200," *J. Robot. Control*, vol. 1, no. 3, pp. 86-91, 2020.
- [12] V. Vibin, P. Sivraj, and V. Vanitha, "Implementation of in-vehicle and V2V communication with basic safety message format," in *2018 International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, 2018, pp. 637-642.
- [13] R. B. Salikhov, V. K. Abdrakhmanov, and I. N. Safargalin, "Internet of things (IoT) security alarms on ESP32-CAM," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, p. 12109.
- [14] F. Nugroho, A. T. Oktavianthi, and A. U. Bani, "Rancang Bangun Robot Humidifier Beroda Untuk Menjaga Kelembapan Udara Ideal Mencegah Terinfeksi Bakteri Berbasis Mikrokontroler," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 1091-1103, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.1977.
- [15] Z. I. Tualeka, A. U. Bani, and F. Nugroho, "Perancangan dan Pembuatan Prototype Alat Terapi Kaki Pasca Stroke Berbasis Arduino Atmega328".
- [16] P. Haruman, J. Saputro, and A. Asruddin, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Start Engine dan Alarm Sepeda Motor Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Android," 2023.
- [17] A. Hidayatulloh, A. U. Bani, and F. Nugroho, "Design A Bird Midge Tool Using Arduino-Based Laser Sensors," *J. Math. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1-7, 2022.
- [18] D. Agam, A. U. Bani, and F. Nugroho, "Design and Build a Strength Recorder Soil Using Arduino Soil Moisture Sensor," *J. Eng. Technol. Comput.*, vol. 1, no. 3, pp. 126-132, 2022.
- [19] A. U. Bani, S. Damayanti, and F. Nugroho, "Design To Build Prototype Of Atmega328 Microcontroller-Based Automatic Water Tub Filling Tool," *J. Math. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 43-52, 2022.
- [20] A. U. Bani, F. Nugroho, and A. T. Arsyendo, "Design And Manufacture Of Tools Automatic Feeding And Drinking In Farm Chickens Arduino Microcontroller-Based," *J. Math. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 8-16, 2022.
- [21] M. Banzhi and M. Shiloh, *Getting started with Arduino*. Maker Media, Inc., 2022.

