

Mendeteksi Objek Bulat Secara *Real-Time* Menggunakan Model Warna HSV Berbasis Android

Real-Time Detection of Round Objects Using HSV Color Model Based on Android

Bagus Hikmahwan¹, Anwar Fu'adi², Berlian Juliartha Martin Putra³, Berto Yusuf Nugroho⁴

^{1,2,3,4}Akademi Komunitas Negeri Pacitan

Email : ¹*bagus@aknpacitan.ac.id, ²anwar@aknpacitan.ac.id, ³berlian@aknpacitan.ac.id, ⁴berto@aknpacitan.ac.id

ABSTRACT

An object has distinctive characteristics, particularly in terms of its shape and color, in this case being round and of a certain color (green, orange, yellow). The use of color in object measurement is indeed common, but it still has limitations, especially if the object is not exposed to sufficient lighting, causing the object's original color to change and interfere with the detection process. To detect a circular-shaped object, we need specific image processing techniques to identify the distinctive shape of the circle without being distracted by surrounding objects of the same or similar color. We can utilize the HSV color element to filter out a certain color range of an object, thus obtaining the shape we are looking for, in this case, the roundness of the object. Roundness is an important characteristic in various applications such as manufacturing, agriculture, and medical technology. However, accurate and quick roundness measurement often requires special, expensive, and complex equipment. This research aims to develop an Android-based application that utilizes a smartphone camera, commonly used in everyday life, to detect round objects unaffected by color changes using the Circle Hough Transform voting method. Measurements are conducted in real-time, allowing users to obtain results quickly and practically. Testing results from several data samples show that this method can detect round objects of various colors with an accuracy rate of 96.36%. The main advantage of this research is its ability to detect round objects without the need for expensive special equipment, as a commonly owned smartphone suffices. Overall, this application has the potential to be applied in various industries and applications that require quick and accurate round object measurements.

Keywords : *roundness of objects, Circle Hough Transform, image processing, color analysis, android.*

ABSTRAK

Suatu benda memiliki karakteristik yang khas, terutama dalam hal bentuk dan warnanya, dalam kasus ini adalah bulat dan berwarna tertentu (hijau, jingga, kuning). Penggunaan warna dalam pengukuran objek memang sudah lazim, namun masih memiliki kekurangan, terutama jika objek terpapar pencahayaan yang cukup sehingga warna asli dari objek akan mengalami perubahan warna dan menyebabkan gangguan dalam proses deteksi. Dalam mendeteksi objek berbentuk lingkaran kita memerlukan teknik pengolahan citra khusus supaya mendapatkan bentuk khas dari lingkaran tanpa terdistraksi oleh objek di sekitar yang berwarna sama atau menyerupai, kita dapat memanfaatkan elemen warna HSV untuk menepis kisaran suatu warna objek tertentu sehingga didapatkan bentuk yang akan kita cari dalam hal ini kami sebut unsur kebulatan dari objek. Kebulatan adalah karakteristik penting dalam berbagai aplikasi seperti industri manufaktur, pertanian, dan teknologi medis. Namun, pengukuran kebulatan yang akurat dan cepat sering memerlukan peralatan khusus yang mahal dan rumit. Penelitian ini bertujuan untuk membangun aplikasi berbasis android yang memanfaatkan kamera ponsel pintar yang umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendeteksi objek bulat yang tidak terpengaruh oleh perubahan warna pada objek dengan menggunakan metode voting *Circle Hough Transform*. Pengukuran dilakukan secara real-time, yang mana memungkinkan pengguna untuk mendapatkan hasil dengan cepat dan praktis. Hasil pengujian dari beberapa sampel pengambilan data menunjukkan bahwa metode ini mampu mendeteksi objek bulat dengan beberapa macam warna dengan Tingkat akurasi 96,36 %. Keunggulan utama penelitian ini adalah kemampuannya mendeteksi objek bulat tanpa memerlukan peralatan khusus yang mahal, Cukup dengan menggunakan ponsel pintar yang banyak dimiliki orang pada saat ini. Secara keseluruhan aplikasi ini memiliki potensi untuk diterapkan dalam berbagai industri dan aplikasi yang memerlukan pengukuran objek bulat secara cepat dan akurat.

Kata kunci: kebulatan benda, *Circle Hough Transform*, pengolahan citra, HSV, android.

I. PENDAHULUAN

Pengukuran objek berdasarkan karakteristik visual seperti bentuk dan warna telah menjadi fokus penting dalam berbagai bidang penelitian dan aplikasi industri [1], [2]. Dalam konteks ini, warna sering digunakan sebagai parameter utama dalam proses identifikasi dan pengukuran [3]. Namun, ketergantungan pada pencahayaan yang memadai menjadi kendala signifikan, karena pencahayaan yang kurang optimal dapat mengurangi akurasi pengukuran. Hal ini sangat penting dalam pengukuran kebulatan objek, di mana akurasi dan kecepatan sangat diperlukan, terutama dalam industri manufaktur, pertanian, dan teknologi medis [4].

Teknologi pengolahan citra telah berkembang pesat dan menawarkan berbagai solusi untuk masalah identifikasi dan pengukuran objek. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan ruang warna HSV (Hue, Saturation, Value) yang lebih efektif dalam mengatasi variasi pencahayaan dibandingkan dengan ruang warna RGB tradisional [5]. Dengan memanfaatkan elemen warna HSV bersama dengan analisis bentuk objek, kebulatan objek dapat diukur dengan lebih akurat. Kebulatan merupakan karakteristik yang kritis dalam berbagai aplikasi, seperti penilaian kualitas produk di industri manufaktur, Contohnya seleksi buah di pertanian [6].

Meskipun demikian, metode pengukuran kebulatan yang ada saat ini sering kali memerlukan peralatan khusus yang mahal dan rumit untuk digunakan [7]. Hal ini menjadi hambatan bagi banyak industri yang membutuhkan solusi cepat, akurat, namun ekonomis. Dengan perkembangan teknologi perangkat mobile, khususnya smartphone yang dilengkapi dengan kamera berkualitas tinggi menjadi peluang untuk membantu pekerjaan manusia secara praktis [8], [9].

Dalam penelitian ini, kami mengembangkan sebuah aplikasi berbasis perangkat mobile/Android yang memanfaatkan kamera

smartphone untuk mengidentifikasi dan mendeteksi objek bulat secara real-time. Aplikasi ini diadaptasi dari metode deteksi objek bulat menggunakan Circle Hough Transform oleh [7], Metode ini menggunakan konsep voting dalam menentukan fitur objeknya sama halnya dalam mengelompokkan sejumlah data yang ada kemudian menentukan tindakan selanjutnya berdasarkan kondisi tertentu seperti [10], [11]. Dalam penelitian ini *Hough Transform* bertugas untuk mendeteksi objek bulat dengan berbagai perubahan warna yang dipengaruhi oleh cahaya. Cahaya dapat menyebabkan warna asli dari objek mengalami sedikit perubahan; sebagai contoh, sebuah objek berwarna hijau yang berada pada jarak 10 meter dari sumber cahaya akan memiliki elemen warna hijau yang berbeda dengan objek hijau yang berada 50 meter dari sumber cahaya. Dengan mengaplikasikan metode ini pada perangkat mobile, pengukuran dapat dilakukan dengan cepat dan praktis.

Dengan menggunakan teknologi yang umum dan terjangkau, seperti smartphone, aplikasi ini memiliki potensi untuk diterapkan dalam berbagai industri yang membutuhkan pengukuran kebulatan yang cepat dan praktis. Penelitian ini dapat memberikan solusi inovatif dalam pengukuran objek bulat serta membuka jalan bagi aplikasi praktis lainnya dalam konteks yang lebih luas.

II. LANDASAN TEORI

A. *Android Studio*

Android Studio adalah lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) yang paling populer dan serbaguna untuk pengembangan aplikasi Android. Dalam pembuatan aplikasi deteksi gambar, Android Studio menyediakan berbagai alat dan fitur yang memudahkan proses pengembangan, mulai dari desain antarmuka pengguna hingga debugging dan pengujian aplikasi. Dengan dukungan penuh untuk bahasa pemrograman Java dan Kotlin, serta integrasi dengan berbagai pustaka dan SDK, Android

Studio memungkinkan pengembang untuk mengimplementasikan algoritma kompleks dan memanfaatkan fitur-fitur canggih seperti deteksi gambar atau sebagai sarana untuk memonitor suatu data secara *realtime* [12]. Salah satu pustaka yang sering digunakan dalam pengembangan aplikasi berbasis android adalah OpenCV, sebuah pustaka open-source yang menyediakan berbagai fungsi untuk pengolahan citra dan visi komputer.

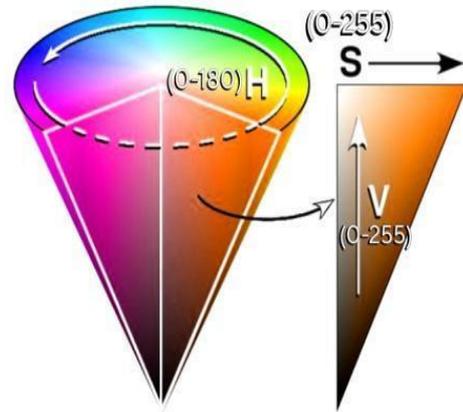
B. OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) merupakan alat yang sangat powerful dalam pengolahan citra, yang dapat dengan mudah diintegrasikan ke dalam aplikasi Android menggunakan Android Studio. Dengan bantuan OpenCV, pengembang dapat menerapkan berbagai fungsi pengolahan citra seperti deteksi tepi, segmentasi, dan pengenalan objek [13]. Proses integrasi OpenCV ke dalam proyek Android dimulai dengan mengkonfigurasi dependensi di dalam file Gradle aplikasi. Setelah konfigurasi selesai, pengembang dapat memanfaatkan API OpenCV untuk menangkap dan memproses gambar secara real-time melalui kamera smartphone. Android Studio menyediakan alat debugging yang membantu pengembang dalam menguji dan memvalidasi fungsi-fungsi pengolahan citra secara efisien, memastikan aplikasi bekerja dengan baik pada berbagai perangkat Android. Dengan kombinasi antara Android Studio dan OpenCV, pengembangan aplikasi deteksi gambar menjadi lebih terstruktur dan efisien, memungkinkan pengembangan solusi yang inovatif dan berkinerja tinggi.

C. HSV

Ada tiga komposisi warna dasar, yaitu RGB (Merah, Hijau, Biru), namun akan sulit bagi kita sebagai manusia dengan keterbatasan penalaran untuk membayangkan komposisi warna menggunakan RGB. Untuk mengatasi hal ini, kita dapat menggunakan model warna HSV (Hue, Saturation, Value) karena model HSV memiliki

urutan warna berurutan dan hanya membedakan elemen abu-abu dan kecerahan dari sebuah warna.



Gambar 1 Nilai Kisaran HSV

(Sumber: Bagus Hikmahwan, 2023)

Model warna HSV menggunakan derajat sebagai parameter untuk menentukan urutan identitas warna (hue) dimulai dari merah hingga ungu dengan tambahan elemen abu-abu (saturation) dan tingkat kecerahan (value). Dalam penelitian ini, kami menggunakan model warna HSV untuk memudahkan sistem dalam mentoleransi warna yang sering berubah selama proses deteksi. Berikut adalah langkah-langkah untuk mengonversi RGB ke HSV:

Normalisasi nilai RGB :

$$R' = \frac{R}{255}, G' = \frac{G}{255}, B' = \frac{B}{255} \quad (1)$$

Tentukan nilai maksimal dari RGB :

$$RGB_{\text{terbesar}} = \max (R', G', B') \quad (2)$$

$$RGB_{\text{terkecil}} = \min (R', G', B')$$

Cari perbedaan dari kedua nilai di atas

$$\Delta = RGB_{\text{terbesar}} - RGB_{\text{terkecil}} \quad (3)$$

Hitung nilai H,S,V :

$$H = \begin{cases} 0, & \Delta = 0 \\ (30 \times (\frac{G'-B'}{\Delta}) + 180) \bmod 180, & RGB_{terbesar} = R' \\ (30 \times (\frac{B'-R'}{\Delta}) + 60) \bmod 180, & RGB_{terbesar} = G' \\ (30 \times (\frac{R'-G'}{\Delta}) + 120) \bmod 180, & RGB_{terbesar} = B' \end{cases} \quad (4)$$

$$S = \begin{cases} 0, & RGB_{terbesar} = 0 \\ \frac{\Delta}{RGB_{terbesar}} \times 255, & RGB_{terbesar} \neq 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$V = RGB_{terbesar} \times 255 \quad (6)$$

Dengan menggunakan model warna ini, sistem dapat mengenali warna karakteristik objek yang terpengaruh oleh cahaya dan jarak.

D. Filter kisaran warna

Memproses gambar digital biasanya membutuhkan banyak daya komputasi, terutama jika gambar tersebut adalah gambar video dengan banyak warna. Namun, memilih warna yang ingin kita proses pasti akan mengurangi waktu komputasi. Perubahan nilai hue tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan nilai S dan V, sehingga kita dapat menggunakannya untuk menentukan bahwa rentang nilai tersebut adalah objek. Dalam penelitian ini, kami menggunakan *InRange* dalam pustaka OpenCV untuk menolak rentang warna, yaitu hanya bola warna oranye saja. Dengan rentang nilai untuk Hue (0-180), Saturation (0-255), dan Value (0-255).

E. Circle Hough Transform

Hough transform memungkinkan untuk mengisolasi fitur spesifik dalam sebuah gambar. Metode Hough Transform biasanya digunakan untuk mendeteksi bentuk geometris yang dapat ditentukan dalam bentuk parametrik seperti lingkaran, garis, elips, dan lainnya. Prinsip kerja metode Hough transform dalam mendeteksi lingkaran adalah menemukan bentuk geometris yang paling sesuai dengan kumpulan titik dalam gambar. Untuk bentuk lingkaran, persamaan parametrik dapat dilihat pada Persamaan (7).

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2 \quad (7)$$

Dimana a dan b adalah koordinat pusat lingkaran dan r adalah jari-jarinya. Dalam hal ini, kompleksitas komputasi algoritma ini akan meningkat karena jumlah koordinat dan parameter akumulator memiliki tiga dimensi. Secara umum, perhitungan dan ukuran deret akumulator meningkat secara polinomial dengan jumlah parameter seperti pada Persamaan (8) dan Persamaan (9).

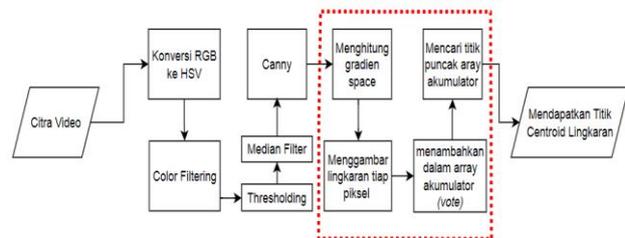
$$x = a + r \cos(\Theta) \quad (8)$$

$$y = b + r \sin(\Theta) \quad (9)$$

Transformasi Hough Lingkaran dapat ditentukan dengan parameter sebuah lingkaran, di mana nilai-nilai parameter yang digunakan telah ditentukan sebelumnya. Sebuah lingkaran dengan jari-jari r dan titik tengah (a, b) sesuai dengan rumus di atas. Ketika sudut pada Θ adalah 0 – 360 derajat, parameter (x, y) akan mengikuti perubahan.

III. METODE PENELITIAN

Berikut adalah gambaran diagram penelitian secara umum :



Gambar 2. Metodologi penelitian

Gambar 2 menggambarkan proses implementasi metode deteksi menggunakan Circle Hough Transform. Proses ini terdiri dari preprocessing menggunakan filter kisaran warna dengan model warna HSV sesuai dengan persamaan (1) hingga (6), kemudian dilanjutkan dengan proses deteksi lingkaran yang ditandai dengan garis merah. Proses deteksi ini meliputi beberapa tahap : menghitung tiap piksel hasil deteksi Canny ke dalam gradient space menggunakan persamaan (7) dan membangkitkan

lingkaran dengan nilai diameter dalam rentang yang telah ditentukan dengan batasan tertentu. Selanjutnya, piksel pada luasan lingkaran tersebut diberi nilai 1 (disebut juga sebagai voting), kemudian mencari titik koordinat piksel yang memiliki nilai voting terbanyak dengan menggunakan persamaan (8) dan (9), dan menandainya sebagai titik pusat dari lingkaran atau objek lingkaran.

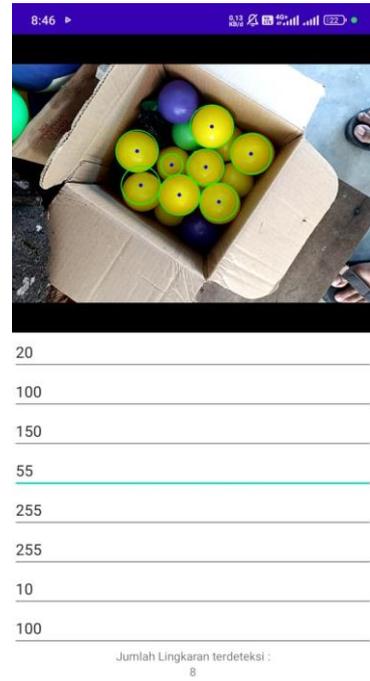
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data gambar berupa rekaman video dalam berbagai kondisi, termasuk video bola yang bergerak menjauh dan beberapa video pergerakan bola di mana bola digerakkan secara acak yang bertujuan untuk mencari nilai kisaran warna HSV untuk digunakan sebagai kalibrasi warna dalam pengujian. Komponen RGB dari setiap piksel gambar dikonversi ke model warna HSV dengan persamaan (1-6). Ini menghasilkan nilai H dalam rentang 0-180, S dalam rentang 0-255, dan V dalam rentang 0-255. Kemudian, didapatkan nilai kisaran warna pada Tabel 1.

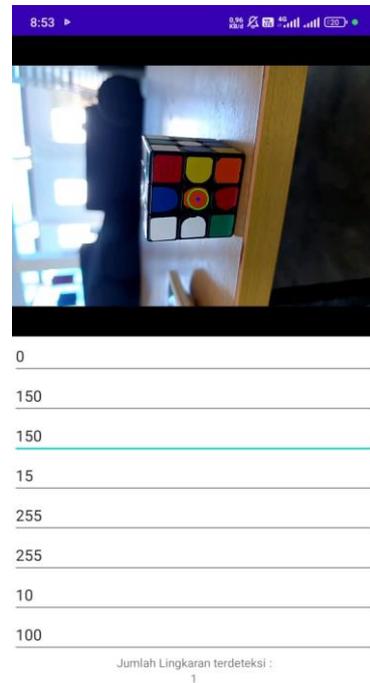
Tabel 1. Kalibrasi kisaran warna HSV

Warna	Hue Bawah	Hue Atas	Sat Bawah	Sat Atas	Value Bawah	Value Atas
Jingga	0	15	50	255	50	255
Merah	101	255	50	255	50	255
Kuning	20	55	100	255	150	255
Hijau	30	80	150	255	50	255

Berdasarkan Kisaran tabel di atas, kemudian dilakukan pengujian terhadap deteksi objek berbentuk bulat dengan menggunakan nilai parameter warna yang ada pada tabel 1 di atas. Pada tahap pengujian ini juga dilakukan terhadap beberapa warna yang ada pada tabel kalibrasi di atas dan didapatkan hasil seperti pada gambar di bawah:



Gambar 3. Hasil Pengujian warna Kuning



Gambar 4. Hasil Pengujian warna Jingga

Pada gambar 3 dan 4 di atas adalah hasil tangkapan layar aplikasi android pada saat melakukan proses deteksi. Dimana sistem mampu mendeteksi semua objek bulat yang masuk dalam kisaran warna yang telah di cari sebelumnya pada tabel kalibrasi.

Namun ada kalanya sistem tidak mampu mendeteksi adanya objek bulat yaitu ketika nilai komposisi warna pada objek di luar kisaran. Dan juga apabila hasil penepisan warna pada sistem tidak menghasilkan objek yang bulat tetapi cenderung kotak atau oval, sehingga pada proses penerapan CHT hasil voting pada *gradien space* tidak berjalan sempurna / tidak dapat menentukan *centroid* dari objek.

Berikut adalah kompilasi hasil pengujian pada penelitian pada warna dan sample pengambilan yang bervariasi :

Tabel 2. Hasil pengujian deteksi bola

Keterangan	Citra Video			Rata-Rata
	Bola Warna Kuning	Bola Warna Hijau	Bola Warna Jingga	
Durasi (detik)	5	5	5	5
Jumlah Frame	151	156	152	153
Frame Mendeteksi Bola	146	149	150	148,3
Akurasi (%)	96,68	93,71	98,68	96,36

Pada Tabel 2 di atas merupakan data hasil pengujian deteksi menggunakan 3 buah sample video *real-time* menggunakan aplikasi android yang berdurasi rata-rata 3 detik. Nilai akurasi didapatkan melalui perbandingan antara frame yang mendeteksi bola dengan total frame yang ada.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil pengujian terhadap 3 buah sample video *real-time* menggunakan aplikasi android didapatkan bahwa system mampu mendeteksi objek bulat dengan baik dengan nilai akurasi rata-rata 97,64 %.

REFERENSI

- [1] G. W. Intyanto, K. Anam, B. J. M. Putra, and H. Prasetyo, "Detection of Indonesian Fishing Vessels on Unmanned Aerial Vehicle Images using YOLOv5s," in *2023 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications: Leveraging Intelligent Systems to Achieve Sustainable Development Goals, ISITIA 2023 - Proceeding*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 468–472. doi: 10.1109/ISITIA59021.2023.10221071.

- [2] W. Pebrianto, P. Mudjirahardjo, and S. H. Pramono, "Partial half fine-tuning for object detection with unmanned aerial vehicles," *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, vol. 13, no. 1, p. 399, Mar. 2024, doi: 10.11591/ijai.v13.i1.pp399-407.
- [3] B. Hikmahwan, F. Hario, and P. Mudjirahardjo, "Ball Detection Based on Color and Shape Features Captured by Omni-Directional Camera," in *2023 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications: Leveraging Intelligent Systems to Achieve Sustainable Development Goals, ISITIA 2023 - Proceeding*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 87–92. doi: 10.1109/ISITIA59021.2023.10221097.
- [4] S. Zhu, C. Li, J. Rogers, M. Gianni, and I. Howard, "A Real-time Double Emulsion Droplets Detection System using Hough Circle Transform and Color Detection," in *2021 27th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice, M2VIP 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021, pp. 36–41. doi: 10.1109/M2VIP49856.2021.9665023.
- [5] R. (Ricardo) Jardim-Gonçalves, Universidade Nova de Lisboa, IEEE Technology and Engineering Management Society., and Institute of Electrical and Electronics Engineers, *9th International Conference on Intelligent Systems 2018 (IS'2018): "Theory, research and innovation in applications": conference proceedings*.
- [6] C. Utama, P. Negara, and K. Firdausy, "Pengolahan Citra menggunakan Metode Otsu dan Hough Circle Transform untuk Prototipe Alat Sortir Buah Apel."
- [7] B. Hikmahwan, F. Hario, and P. Mudjirahardjo, "A Real-Time Video Analysis With an Omni-Directional Camera for Multi Object Detection Using The Hough Transform Method," in *2023 1st IEEE International Conference on Smart Technology: Advances in Smart Technology for Sustainable Well-Being, ICE-SMARTec 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 118–123. doi: 10.1109/ICE-SMARTec59237.2023.10461966.
- [8] R. S. Wicaksono, B. Juliartha, M. Putra, B. Hikmahwan, A. Komunitas, and N. Pacitan,

- "Aplikasi Kepramukaan 'Strong Scout' Berbasis Android," *EEMISAS*, vol. 1, no. 1.
- [9] Berlian Juliartha Martin Putra, Rinun Sri Bawani, and Bagus Hikmahwan, "Aplikasi Makanan Sehat bagi Penderita Hipertensi Berbasis Android," *Jurnal ILKOMEDIA*, vol. 1, no. 1, pp. 33–38, 2024.
- [10] Melinda Yunitasari, Tamara Maharani, and Bagus Hikmahwan, "IMPLEMENTASI METODE K-MEANS UNTUK PENGELOMPOKAN DATA JAMAAH," *Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2022.
- [11] Lesta Lia Regitaningtyas, Tamara Maharani, and Bagus Hikmahwan, "KLASIFIKASI DATA LULUSAN SISWA SMP MENGGUNAKAN METODE NAÏVE BAYES," *Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, vol. 9, no. 1, pp. 10–21, 2022.
- [12] B. Y. Nugroho, B. H. Wan, and A. B. Sasongko, "Monitoring Data Real Time Sederhana Dari Hand Washer Portable Dengan Energy Solar Panel," *AutoMech : Jurnal Teknik Mesin*, vol. 2, no. 01, Jun. 2022, doi: 10.24269/jtm.v2i01.5164.
- [13] A. Fu'adi *et al.*, "Pembangunan Sistem Monitoring Kehadiran Mahasiswa Menggunakan Yolo Pendeteksi Obyek dan Pengenal Wajah Opencv," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, vol. 18, no. 1, 2024.