

Sistem Pengenalan Warna Berbasis OpenCV untuk Mendukung Aksesibilitas pada Individu dengan Buta Warna

Ferrol Azki Mashudi ^{1*}, Dimas Akbar Tama ², Mario Raditya Nugroho ³,
Syifa Nursaadah ⁴, Fatih Kawakib Kartono ⁵, Gema Parasti Mindara ⁶,
Endang Purnama Giri ⁷

¹⁻⁷ IPB University, Indonesia

ferrolazkiferrol@apps.ipb.ac.id ^{1*}, dimasakbarakbar@apps.ipb.ac.id ²,
marioraditya@apps.ipb.ac.id ³, nursdhsyifa@apps.ipb.ac.id ⁴,
kawakib2004fatih@apps.ipb.ac.id ⁵, gemaparasti@apps.ipb.ac.id ⁶,
endang_pg@apps.ipb.ac.id ⁷

Alamat: Jl. Kumbang No.14, RT.02/RW.06, Babakan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor

Korespondensi email: ferrolazkiferrol@apps.ipb.ac.id

Abstract. *This study develops an OpenCV-based color recognition system to support individuals with color blindness, aiming to enhance their independence in recognizing colors. The User-Centered Design (UCD) methodology was employed, allowing direct user feedback for development tailored to their needs. The developed system showed significant capability in detecting and identifying colors with a camera and analyzing them using OpenCV. The system provides text output to facilitate use by color-blind individuals and has been tested across various lighting conditions and devices. However, there is still potential for improvement, especially in dealing with fluctuations in extreme lighting conditions and integrating voice output for better auditory assistance. Recommendations for further development include the integration of voice recognition, improvements to the color detection algorithm, and further testing with a diverse user group. This will enhance the system's functionality, accuracy, and accessibility for everyone, particularly those suffering from color blindness.*

Keywords: *Recognition, Color, OpenCV, Independence*

Abstrak. Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem pengenalan warna berbasis OpenCV untuk mendukung individu dengan buta warna, dengan tujuan meningkatkan kemandirian mereka dalam mengenali warna. Metodologi User-Centered Design (UCD) digunakan, memungkinkan feedback langsung dari pengguna untuk pengembangan yang sesuai kebutuhan mereka. Sistem yang dikembangkan menunjukkan kemampuan signifikan dalam mendeteksi dan mengidentifikasi warna dengan kamera dan menganalisisnya menggunakan OpenCV. Sistem ini menyediakan output dalam bentuk teks yang mendukung penggunaan oleh individu buta warna dan telah diuji di berbagai kondisi pencahayaan serta perangkat. Namun, masih terdapat potensi perbaikan, khususnya dalam menghadapi fluktuasi kondisi pencahayaan ekstrem dan integrasi output suara untuk assistensi auditori yang lebih baik. Rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut termasuk integrasi pengenalan suara, perbaikan algoritma deteksi warna, dan pengujian lebih lanjut dengan pengguna yang beragam. Ini akan meningkatkan fungsionalitas, akurasi, dan aksesibilitas sistem bagi semua orang, terutama mereka yang mengalami buta warna.

Kata kunci: Pengenalan, Warna, OpenCV, Kemandirian

1. LATAR BELAKANG

Pengenalan warna merupakan salah satu aspek vital dalam teknologi pengolahan citra digital, yang memiliki aplikasi luas di berbagai sektor termasuk aksesibilitas untuk individu dengan buta warna (Natsir, 2018). Sistem Pengenalan Warna berbasis *OpenCV* khususnya, menawarkan solusi inovatif untuk membantu individu yang memiliki kesulitan dalam membedakan warna. *OpenCV*, yang merupakan pustaka pengolahan citra dan video yang *robust*, memungkinkan pengembangan aplikasi yang efektif dan efisien dalam menganalisis dan menginterpretasikan visi komputer. Sejumlah penelitian seperti (Hakim & Supatman,

2017) dan (Yasa et al., 2022) telah dilakukan pada deteksi warna dan aplikasinya dalam membantu individu dengan kebutuhan khusus, namun masih terdapat kekurangan dalam hal aplikasi yang sepenuhnya integratif dan mudah diakses untuk pengguna dengan buta warna. Kebanyakan sistem yang ada kurang memberikan informasi tentang pengenalan warna dalam format yang dapat dengan mudah diinterpretasikan oleh pengguna dengan pembatasan penglihatan (Rahmadani et al., 2018). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem yang tidak hanya menunjukkan warna visual melalui deteksi, tapi juga menyediakan informasi teks dan suara yang dapat dengan mudah diakses oleh semua pengguna, termasuk mereka yang memiliki kebutaan warna. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu sistem pengenalan warna yang memanfaatkan kapabilitas *OpenCV* untuk mendukung aksesibilitas pengguna dengan buta warna, dengan harapan dapat memberikan panduan yang lebih baik dan kemandirian dalam mengenali warna di sekitar mereka.

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian ini memerlukan landasan teori dan referensi dari kajian sebelumnya yang relevan. Teori Buta Warna pada (Natsir, 2018) memberikan pemahaman fundamental mengenai bagaimana kondisi ini mempengaruhi persepsi visual individu, sedangkan Teori Pengolahan Citra Digital pada (Goenawan, Bakhara, et al., 2022) menyediakan metode untuk manipulasi dan perbaikan citra yang dapat memfasilitasi identifikasi warna yang lebih baik oleh pengguna dengan buta warna. Model Warna pada (Goenawan, Rachman, et al., 2022), khususnya *RGB* dan *HSV*, menjadi penting karena memilih model yang tepat dapat mempermudah proses pengenalan dan modifikasi warna untuk memenuhi kebutuhan individu dengan buta warna. Teori *OpenCV* dan *Computer Vision* pada (Abiyasa & Romadhon, 2023) menunjukkan potensi penggunaan teknologi ini dalam mengembangkan sistem yang mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan warna secara *real-time*. Penelitian terdahulu seperti (Zophie & Triharminto, 2020) dan (Wardhani et al., 2021), termasuk aplikasi teknologi *assistive* bagi orang dengan buta warna, penggunaan *OpenCV* dalam identifikasi warna, dan teknik pengolahan citra untuk meningkatkan aksesibilitas, memberikan wawasan praktis serta konfirmasi akan viabilitas pendekatan yang diusulkan (Kamil Fadli, 2023). Dengan mengintegrasikan pemahaman teoritis dan temuan dari kajian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem yang dapat memperbaiki interaksi pengguna buta warna dengan informasi visual, melalui pengenalan dan modifikasi warna yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik mereka.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pengenalan warna menggunakan *computer vision* dengan memanfaatkan *library OpenCV*, dengan pendekatan berbasis aturan menggunakan rentang *HSV* (*Hue, Saturation, Value*). Sistem ini hanya akan menampilkan informasi dalam bentuk teks. Langkah-langkah penelitian meliputi pembentukan *dataset* warna dengan rentang nilai *HSV* yang ditentukan secara manual berdasarkan percobaan awal dan referensi literatur. Persiapan lingkungan pengembangan mencakup instalasi *OpenCV* dan *library* pendukung lainnya serta pengaturan *environment* untuk pengujian dan pengembangan dengan perangkat kamera jika diperlukan.

Gambar atau video akan diambil menggunakan perangkat kamera dan dikonversi dari format *RGB* ke format *HSV* untuk memudahkan proses pengenalan warna. Filter berbasis *HSV* akan diterapkan pada gambar untuk memisahkan dan mengenali warna tertentu, dengan *thresholding* dilakukan untuk setiap warna yang telah ditetapkan rentangnya di tahap awal. Area di dalam gambar yang sesuai dengan rentang *HSV* akan diidentifikasi dan ditandai jika diperlukan untuk *debugging*. Informasi teks kemudian akan dihasilkan berdasarkan warna yang dikenali, misalnya "Warna Merah Terdeteksi" (Rochim et al., 2024).

Pengujian akan dilakukan dengan berbagai gambar yang mengandung warna-warna target untuk memastikan akurasi sistem pengenalan warna, dan validasi hasil akan dibandingkan dengan *ground truth* untuk evaluasi kinerja. Analisis hasil pengujian berfungsi untuk mengidentifikasi kesalahan atau area yang memerlukan perbaikan, serta melakukan pembaruan pada rentang *HSV* atau metode *thresholding* jika diperlukan (Satya Utama et al., 2020).

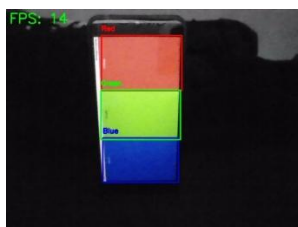
Alat dan bahan yang digunakan mencakup *software* seperti *Python* dan *library OpenCV*, serta *hardware* seperti komputer atau laptop dengan spesifikasi memadai dan kamera untuk pengambilan gambar *real-time*. Sistem yang dihasilkan diharapkan mampu mengenali warna dengan akurat dan menampilkan informasi warna dalam bentuk teks, dengan efektivitas diukur dari keakuratan sistem dalam mendeteksi warna sesuai dengan rentang *HSV* yang diatur. Melalui metode ini, diharapkan dapat menghasilkan sistem pengenalan warna yang sederhana namun efektif, dengan *output* terbatas pada informasi teks.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan sistem pengenalan warna berbasis *OpenCV* merupakan terobosan yang signifikan dalam membantu individu yang menghadapi hambatan dalam membedakan warna, khususnya mereka yang mengalami buta warna.

Penjelasan Implementasi

Sistem pengenalan warna ini dibangun dengan mengandalkan *OpenCV*, pustaka pemrograman yang kaya fitur dan sering digunakan dalam proyek pengolahan citra digital dan aplikasi visi komputer (Supiyandi Supiyandi et al., 2024). Mekanisme yang mendasari implementasinya adalah pemrosesan input visual yang diperoleh melalui kamera. Input tersebut kemudian diolah untuk mendeteksi warna dominan yang muncul di dalam *frame* video seperti pada (Jalil, 2020).



Gambar 1. Overlay Warna

Pada gambar diatas, terlihat adanya representasi visual dari deteksi warna berupa *overlay* kotak dan teks berwarna sesuai dengan warna yang terdeteksi. Untuk warna hijau, misalnya, sistem akan menampilkan kotak dengan label "Hijau" untuk memberi tahu pengguna tentang keberadaan warna tersebut dalam gambar.

Proses Deteksi Warna

Pada tahap deteksi warna, *OpenCV* bertugas mengisolasi dan mengidentifikasi warna dengan memeriksa nilai-nilai *RGB* (*Red, Green, Blue*) atau, lebih sering, nilai *HSV* (*Hue, Saturation, Value*) karena model *HSV* cenderung lebih *robust* terhadap perubahan pencahayaan (Hamid et al., 2022). Sistem ini menetapkan batas-batas nilai *HSV* tertentu untuk menentukan rentang warna terkait dan apa yang dianggap sebagai 'cocok' bagi warna yang ditargetkan (Puspitasari et al., 2023). Setelah menemukan piksel-piksel warna yang cocok, sistem mengelompokkannya dan menandainya di layar seperti yang diperlihatkan oleh kotak-kotak pada gambar.

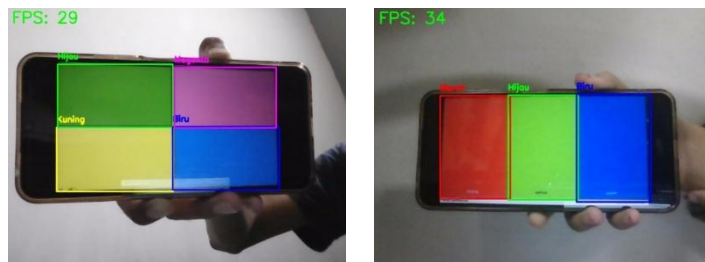
Peningkatan Aksesibilitas untuk Pengguna dengan Buta Warna

Sistem pengenalan warna ini memiliki implikasi besar bagi aksesibilitas, terutama untuk orang dengan buta warna (Amrullah et al., 2022). Dengan menambahkan elemen teks yang mendeskripsikan warna yang terlihat pada layar, pengguna dapat mengerti komposisi

warna dari objek yang dilihat meskipun mereka tidak dapat membedakannya secara visual (Sinaga, 2020).

Analisis Kinerja Sistem

Indikator performa dari sistem ini tergambar jelas pada nilai *FPS* yang muncul di sudut layar. Nilai *FPS* yang lebih tinggi mengindikasikan sistem yang lebih responsif dan mampu mendeteksi serta memperbarui informasi warna dengan cepat (Siagian, 2023). Perlu dicatat bahwa faktor luar seperti pencahayaan, kerumitan gambar, dan kemampuan perangkat keras dapat mempengaruhi performa sistem ini.



Gambar 2. Komparasi Kinerja Sistem

Tampilan *FPS* (*Frame Per Second*) di sudut kiri atas menunjukkan performa sistem dalam mendeteksi warna secara *real-time*. Semakin tinggi nilai *FPS*, semakin cepat dan responsif sistem dalam mendeteksi dan menampilkan warna yang ada. Pada gambar pertama, *FPS* menunjukkan 29, sedangkan pada gambar kedua menunjukkan 34, yang mengindikasikan kinerja yang berfluktuasi tergantung pada kondisi pencahayaan, kompleksitas gambar, atau perangkat keras yang digunakan

Tantangan dan Arah Pengembangan

Terdapat sejumlah tantangan yang dihadapi sistem pengenalan warna ini, khususnya dalam konteks keakuratan deteksi warna di bawah berbagai kondisi pencahayaan. Merujuk pada (Aditya et al., 2020) serta (Dompeipen & Sompie, 2020) pencahayaan yang tidak stabil atau tidak satuannya dapat mempengaruhi representasi warna digital dan oleh sebab itu sistem harus cukup canggih untuk menyesuaikan diri dengan perubahan tersebut. Selain menambahkan sistem pengenalan dan pelaporan warna melalui teks, pengembangan lebih lanjut dapat mencakup integrasi *output* suara yang akan memungkinkan sistem untuk 'mengucapkan' nama warna yang terdeteksi, sehingga semakin memperkaya aksesibilitas bagi pengguna dengan berbagai jenis keterbatasan penglihatan (Jumadi et al., 2021).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Proyek pengembangan Sistem Pengenalan Warna berbasis *OpenCV* telah menunjukkan kemampuan signifikan dalam mendeteksi dan mengidentifikasi warna secara visual melalui kamera untuk mendukung aksesibilitas pengguna yang menderita buta warna. Implementasi sistem ini memanfaatkan teknologi analisis citra menggunakan modul *OpenCV* untuk menghasilkan identifikasi warna yang tepat serta menyediakan informasi teks yang menunjang penggunaan oleh individu dengan buta warna. Dalam memperbaiki kualitas aksesibilitas, sistem telah diuji untuk bekerja di berbagai kondisi pencahayaan dan dengan berbagai perangkat, meskipun tetap terdapat ruang untuk perbaikan khususnya dalam penanganan fluktuasi kondisi yang ekstrem dan pengintegrasian suara yang akan mempermudah pengenalan warna secara *auditory*. Ke depannya, pengembangan lebih lanjut bisa melibatkan kerjasama dengan ahli neurologi dan *ophthalmology* untuk menyempurnakan algoritma deteksi dan presentasi warna, serta penyesuaian terhadap kebutuhan spesifik pengguna di berbagai lingkungan, baik indoor maupun outdoor.

Untuk meningkatkan fungsionalitas dan aksesibilitas dari Sistem Pengenalan Warna berbasis *OpenCV*, disarankan untuk mengintegrasikan teknologi pengenalan suara yang canggih. Integrasi tersebut tidak hanya akan mempermudah pengguna buta warna dalam mengidentifikasi warna melalui *output* audio, tetapi juga akan memperkaya interaksi pengguna dengan sistem, khususnya bagi mereka yang memiliki keterbatasan penglihatan lebih luas. Selain itu, pengembangan algoritma deteksi warna yang lebih adaptif dan sensitif terhadap variasi pencahayaan akan meningkatkan akurasi dan keandalan sistem dalam berbagai kondisi lingkungan. Dianjurkan juga untuk melakukan pengujian yang ekstensif dengan kelompok pengguna yang beragam untuk memastikan bahwa sistem mudah diakses dan efektif bagi semua orang, terlepas dari tingkat keparahan atau jenis buta warnanya. Akhirnya, membangun komunitas pengguna dan pengembang yang aktif dalam memberikan umpan balik dapat mendorong inovasi berkelanjutan dan adaptasi sistem untuk memenuhi kebutuhan spesifik pengguna secara lebih efektif.

DAFTAR REFERENSI

- Abiyasa, R. A., & Romadhon, R. H. (2023). Implementasi Pengolahan Citra HSV Secara Real Time Sebagai Klasifikasi Tingkat Kesegaran Daging Ayam Potong Dengan Metode KNN. *Seminar Nasional Teknologi Industri*, 1(1), 1001–1010.
- Aditya, M. R. V., Husni, N. L., Pratama, D. A., & Handayani, A. S. (2020). Penerapan Sistem Pengolahan Citra Digital Pendeteksi Warna pada Starbot. *Jurnal Teknika*, 14(2), 185–191.

- Amrullah, D. L., Swedia, E. R., Cahyanti, M., & Dwi Septian, M. R. (2022). Implementasi Color Detection Menggunakan Algoritma Midpoint Berbasis Sistem Operasi Android. *Sebatik*, 26(1), 121–130. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i1.1631>
- Dompeipen, T. A., & Sompie, S. R. U. . (2020). Penerapan computer vision untuk pendeteksian dan penghitung jumlah manusia. *Jurnal Teknik Informatika*, 15(4), 1–12.
- Goenawan, A. D., Bakhara, M., Rachman, A., & Pulungan, M. P. (2022). Identifikasi Warna Pada Objek Citra Digital Secara Real Time Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV. *Jurnal Teknik Informatika Dan Elektro*, 4(1), 68–74. <https://jurnal.ugp.ac.id/index.php/jutei>
- Goenawan, A. D., Rachman, M. B. A., & Pulungan, M. P. (2022). Identifikasi Warna Pada Objek Citra Digital Secara Real Time Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV. *Jurnal Teknik Informatika Dan Elektro*, 4(1), 68–74. <https://doi.org/10.55542/jurtie.v4i1.430>
- Hakim, L. L., & Supatman, S. (2017). Sistem Pakar Deteksi Buta Warna Menggunakan Metode Neural Network. *JMAI (Jurnal Multimedia & Artificial Intelligence)*, 1(2), 27–35. <https://doi.org/10.26486/jmai.v1i2.70>
- Hamid, M., alfa nugrah, alfa nugrah, & Lutfi, S. (2022). Penerapan Metode Peningkatan Kualitas Citra Contrast Stretching Dan Histogram Equalization Untuk Identifikasi Keaslian Citra Sertipikat Hak Atas Tanah. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 5(2), 92–98. <https://doi.org/10.33387/jiko.v5i2.4635>
- Jalil, A. (2020). Deteksi Gerak Objek Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Metode Binary-Image Comparison. *Electro Luceat*, 6(1), 109–116. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v6i1.207>
- Jumadi, J., Yupianti, Y., & Sartika, D. (2021). Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 10(2), 148–156. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v10i2.33636>
- Kamil Fadli. (2023). Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Yolo Untuk Mendeteksi Kualitas Dari Biji Kopi Berbasis Android. *Jurnal Artificial Inteligent Dan Sistem Penunjang Keputusan*, 1(1), 120–125. <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk>
- Natsir, M. F. (2018). Alat Pengindeteksi Spektrum Warna Bagi Penderita Buta Warna Output Teks dan Suara Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno Color Spectrum Identification System For Color Blind Puppets Output Text and Sound. 5–9.
- Puspitasari, N., Septiarini, A., & Aliudin, A. R. (2023). Metode K-Nearest Neighbor Dan Fitur Warna Untuk Klasifikasi Daun Sirih Berdasarkan Citra Digital. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 10(2), 165–172. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v10i2.6924>
- Rahmadani, T., Nugroho, W. D., Perdana, A. D., & Triwiyatno, A. (2018). Pendeteksian Objek Menggunakan Algoritma Hsv Berbasis Raspberry Pi 3B. *Transient*, 7(2), 341–344.

- Rochim, F. N., Sompie, G. D., & Saputra, R. I. (2024). *Perancangan Sistem Deteksi Warna Real-Time Menggunakan Metode Gaussian Blur Dan Ruang Warna HSV*. 2(2), 178–183.
- Satya Utama, D., Rahmat, B., & Syaifullah Jauharis Saputra, W. (2020). Deteksi Objek Berwarna Menggunakan Metode Color Matching Berbasis Arduino. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi (JIFoSI)*, 1(2), 402–412.
- Siagian, N. (2023). Perancangan Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Penajaman Sisi Citra Hasil Fingerprint Menggunakan Metode Fourier Phase Only Synthesis. *Jurnal Ilmu Komputer, Teknologi Dan Informasi*, 1(2), 66–75. <https://doi.org/10.62866/jurikti.v1i2.41>
- Sinaga, A. S. R. (2020). Real Time Database Seleksi Wajah Digital Menggunakan Algoritma CAMshift. *Fountain of Informatics Journal*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.21111/fij.v5i1.3642>
- Supiyandi Supiyandi, Muhammad Abdul Mujib, Khairul Azis, Rahmat Abdillah, & Salsa Nabila Iskandar. (2024). Penerapan Teknologi Pengolahan Citra dalam Analisis Data Visual pada Tinjauan Komprehensif. *Jurnal Kendali Teknik Dan Sains*, 2(3), 179–187. <https://doi.org/10.59581/jkts-widyakarya.v2i3.3796>
- Wardhani, I. P., Putri, A. M., Widayati, S., Informasi, T., Sti, S. J., Bri, J., Dalam, R., Baru, K., Selatan, J., Informatika, T., Indonesia, I. T., Raya, J., Serpong, P., Selatan, T., & Ekstraksi, C. (2021). Algoritma Identifikasi Ciri Citra Pegunungan dengan Metode Copping. *Jurnal Ilmiah Komputasi*, 20(2), 283–289. <https://doi.org/10.32409/jikstik.20.2.2763>
- Yasa, N. K. A. T., Putra, I. W. M. M., & Andari, M. Y. (2022). Defek Penglihatan Warna: Mengenal Perbedaan Buta Warna Kongenital Dan Didapat. *Unram Medical Journal*, 11(3), 1021–1027. <https://doi.org/10.29303/jk.v11i3.4730>
- Zophie, J., & Triharminto, H. H. (2020). *Implementasi Algoritma You Only Look Once (YOLO) menggunakan Web Camera untuk Mendeteksi Objek Statis dan Dinamis Implementation of You Only Look Once (YOLO) Algorithm using Web Camera for Static dan Dinamic Object Detection*. 1(1), 98–109.