

Smart Lock Sistem Deteksi Iris Mata Manusia

Vio Rahmadani Yaser, Diono, Budi Sugandi, Fadli Firdaus

Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Sejarah Artikel: Diterima: Juni 2025 Revisi: Juni 2025 Diterima: Juli 2025 Dipublikasi: Juli 2025</p> <p>Kata Kunci: Kamera IR, Iris Mata, SIFT</p> <p>*Penulis Korespondensi: viorahmadani0@gmail.com</p>	<p>Penelitian ini membahas deteksi biometrik iris mata manusia secara langsung menggunakan sensor kamera inframerah (IR). Citra iris yang ditangkap akan diekstraksi fitur-fiturnya dan diklasifikasikan menggunakan algoritma Scale Invariant Feature Transform (SIFT) dan DrawKeypoints. Sistem ini memanfaatkan metode kecerdasan buatan untuk mengenali pola iris dan menghasilkan nilai akurasi terhadap kesamaan citra iris. Akuisisi citra dilakukan dengan kamera IR, kemudian diproses untuk menghitung akumulasi keypoint dari masing-masing citra. Hasil nilai akurasi digunakan sebagai penentu terbukanya akses kunci secara otomatis. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam sistem keamanan berbasis biometrik melalui implementasi teknologi pengenalan iris mata.</p> <p>ABSTRACT</p> <p><i>This study discusses the direct biometric detection of the human iris using an infrared (IR) camera sensor. Captured iris images undergo feature extraction and classification using the Scale Invariant Feature Transform (SIFT) and DrawKeypoints algorithms. This system utilizes artificial intelligence methods to recognize iris patterns and calculate the accuracy of iris image similarity. Image acquisition is performed using an IR camera, followed by processing to calculate the accumulation of keypoints from each image. The resulting accuracy value determines whether access to the smart lock is granted. This research aims to contribute to biometric security systems through the implementation of iris recognition technology.</i></p>

PENDAHULUAN

Iris mata memiliki pola unik yang berbeda pada setiap individu, bahkan pada kembar identik serta antara mata kanan dan kiri. Pola iris juga tidak berubah sepanjang hidup seseorang, sehingga pengenalan iris menjadi metode identifikasi biometrik yang sangat akurat. Proyek ini merupakan bagian dari pengembangan computer vision dengan menerapkan metode SIFT (Scale Invariant Feature Transform) untuk mengenali pola iris mata.

Sistem pengenalan biometrik berbasis iris sangat relevan untuk meningkatkan keamanan fisik, seperti akses ke ruangan, perangkat, atau sistem tertentu. Dibandingkan dengan metode lain seperti sidik jari atau pengenalan wajah, iris lebih tahan terhadap pemalsuan dan lebih akurat dalam jangka panjang. Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan metode deteksi ciri yang stabil dan tidak berubah oleh pencahayaan atau posisi, serta implementasinya dalam sistem smart lock yang sederhana dan hemat biaya.

Dalam studi terkini, Tantawi et al. (2023) menyoroti pentingnya keamanan biometrik dalam sistem autentikasi modern, di mana liveness detection, template protection, dan anti-spoofing menjadi faktor kunci dalam menjaga keandalan dan integritas sistem identifikasi berbasis iris.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proyek ini mencakup:

1. Pengumpulan data latih menggunakan kamera inframerah.
2. Pra-pemrosesan citra menggunakan grayscale.
3. Ekstraksi fitur menggunakan keypoints untuk mengenali pola iris.
4. Pencocokan citra menggunakan metode SIFT.
5. Hasil kecocokan data iterjemahkan untuk akses prototype terbukanya Lock Solenoid.

Tujuan proyek ini adalah :

1. Mengembangkan sistem pendeteksian menggunakan cahaya inframerah (IR) untuk identifikasi iris.
2. Menghasilkan akurasi pengenalan yang tinggi.
3. Mengimplementasikan system ini ke dalam prototipe smart lock.

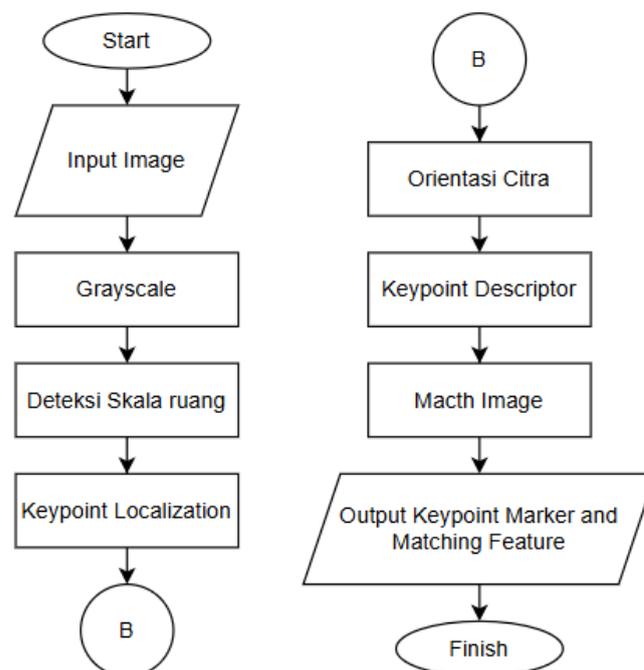
Adapun batasan pada ini proyek :

1. Data citra hanya diambil dari kamera inframerah.
2. Jarak pengambilan citra sekitar 1 cm.
3. Deteksi hanya dilakukan terhadap mata yang menghadap langsung ke kamera.
4. Tidak mencakup pengenalan gerakan mata.
5. Pengujian dilakukan secara langsung menggunakan kamera prototipe.
6. Doorlock hanya sebagai prototipe hasil deteksi.

METODE

Perancangan Sistem

Tahapan alur sistem mulai dari akuisisi citra hingga proses deteksi iris.



Gambar 1. Digram Perancangan Sistem Deteksi Iris

Input Image atau pengambilan objek gambar mata melalui kamera dengan jarak kurang lebih 1 cm dan posisi mata sejajar mengarah kamera. Pada gambar ini akan dijadikan data untuk proses data latih dan data uji. Intensitas Cahaya dari kamera dengan pass filter pada lensa maka yang digunakan hanya Cahaya inframerah saja yang akan melewati dan memblokir Cahaya lainnya, memungkinkan hanya panjang gelombang IR (biasanya rentang NIR dari 780 hingga 1500 nm) yang melewati dan memblokir panjang gelombang terlihat (380 hingga 700 nm).

Grayscale Mengolah image dari Intensitas Cahaya pada citra sebagai tingkat keabuan citra dengan menentukan kordinat spasial di tiap titik elemen pada matriks citra digital. Deteksi Skala Ruang Menggunakan fungsi Laplacian of Gaussian dengan σ yang berbeda beda menghasilkan titik blob yang akan menjadi poin. Skala ruang pada citra didefinisikan sebagai $L(x,y,\sigma)$ yang dihasilkan dari konvolusi Gaussian skala variable $G(x,y,\sigma)$, dengan input citra $I(x,y)$.

$$L(x,y,\sigma)=G(x,y,\sigma)*I(x,y) \tag{1}$$

$$G(x,y,\sigma)=(1/(2\pi\sigma^2)) e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2} \tag{2}$$

Lalu mendapatkan hasil dari konvolusi skala ruang yang stabil dengan Difference of Gaussian menghitung perbandingan selisih 2 skala terdekat akan menghasilkan titik blob yang menjadi akan point.

$$\begin{aligned} D(x,y,\sigma)&=(G(x,y,k\sigma)-G(x,y,\sigma))*I(x,y) \\ &= L(x,y,k\sigma) - L(x,y,\sigma) \end{aligned} \tag{3}$$

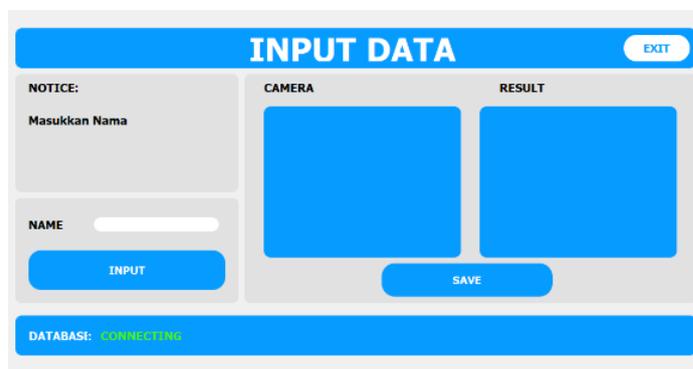
Keypoint Localization setelah ditemukan titik poin dilokalisasi beberapa fitur, algoritma SIFT akan menghapus titik fitur yang buruk seperti fitur tepi digunakan untuk tujuan pencocokan dan mengubah Lokasi titik fitur ke akurasi piksel ke piksel terdekat. Orientasi Citra Menetapkan orientasi citra perubahan pada berbagai rotasi citra. Komputasi dilakukan dengan skala perbedan piksel.

$$m(x,y) = \sqrt{([L(x+1,y) - L(x-1,y)]^2 + [L(x,y+1) - L(x,y-1)]^2)} \tag{4}$$

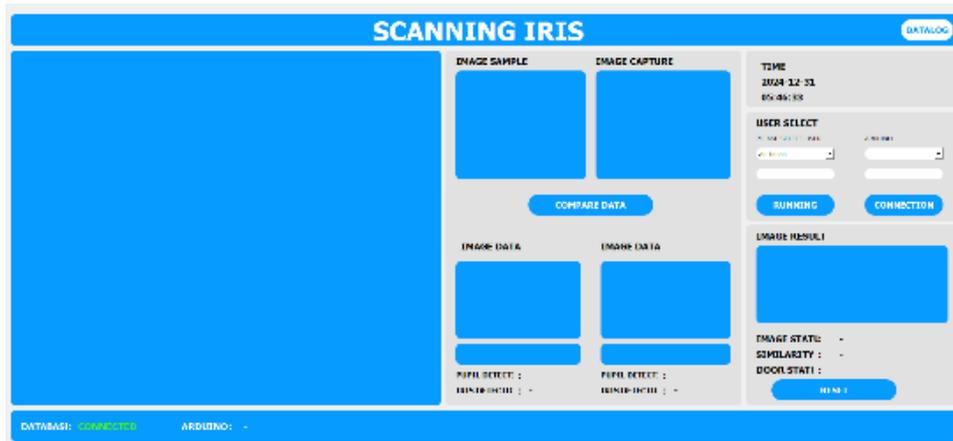
$$\theta(x,y) = \left[\tan^{-1} \left(\frac{L(x,y+1) - L(x,y-1)}{L(x+1,y) - L(x-1,y)} \right) \right] \tag{5}$$

Keypoint Descriptor menghitung besaran gradien dan orientasi pada tiap titik sampel citra sekitar lokasi keypoint. Titik titik tersebut kemudian diakumulasikan kedalam histogram orientasi. Match image database dan data uji akan dibandingkan persamaan dari image keypoint database dengan image keypoint data uji. Output akan menampilkan hasil dari deteksi berupa tanda seperti titik point dari keypoint dan menampilkan hasil presentasi dari match image.

Desain User Interface



Gambar 2. Tampilan Input Data ke Database

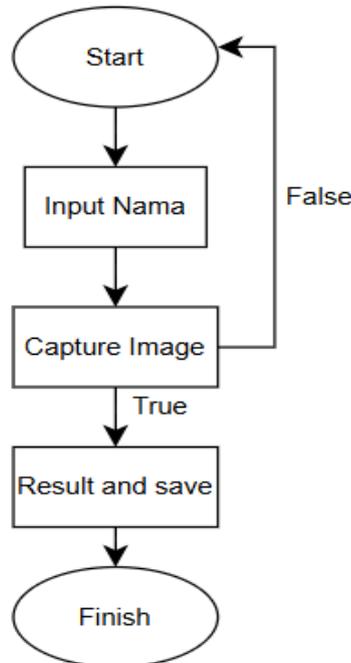


Gambar 3. Tampilan Deteksi Uji Iris Mata

Terdapat dua desain visual pada display, Tampilan desain pertama untuk inputan data yang akan menjadi Database, sedangkan Tampilan desain kedua digunakan untuk pendeteksian data uji. Hasil dari pendeteksian akan ditampilkan otomatis berdasarkan pemrograman yang telah dibuat. Tampilan terdiri dari waktu deteksi, hasil tangkapan kamera, hasil segmentasi citra yaitu gambar akan menjadi bulatan pupil mata saja, informasi pengguna, dan status hasil deteksi (terdeteksi/tidak).

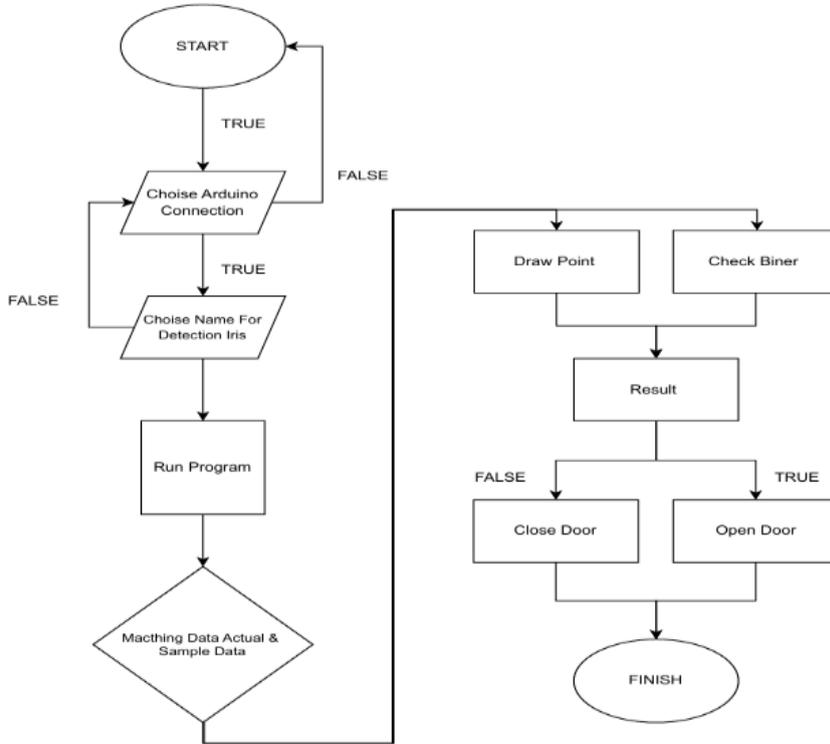
Sistem Kerja Smart Lock Deteksi Iris Mata

Proses sistem deteksi melalui dua tahap yaitu input data dan uji data. Kinerja sistem deteksi iris mata melalui untuk database sebagai sampel data dan system data uji. Kedua data objek mata yang diakuisisi dari kamera inframerah Pass filter yang sesuai dengan Panjang gelombang inframerah yang digunakan. Objek yang akan menjadi referensi sebagai sampel data dan akan dibandingkan persamaan akumulasi biner keypoint image data sampel dengan data uji. Berikut proses Input data yang akan menjadi database:



Gambar 4. Proses Input Data ke Database

Proses input database ini dengan mendaftarkan identitas pengguna berupa nama dan iris mata yang akan di deteksi, pengambilan image menggunakan kamera secara realtime dengan mendekatkan mata kearah kamera, usahakan pengambilan image mata sesuai dengan bulatan pupil dan iris mata yang terlihat pada display. Jika hasil dari pengambilan gambar tidak bagus maka ulangi dari awal agar system dapat mengenali iris dengan akurat.

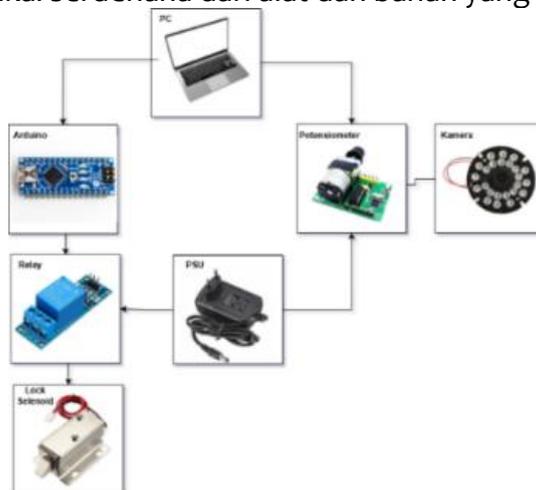


Gambar 5. Flowchart Sistem Deteksi Iris

Dimulai dengan memastikan Arduino terkoneksi dengan baik, jika status Arduino tidak terkoneksi maka pastikan alat tersambung dan tidak ada kerusakan, setelah Arduino terkoneksi, pilih nama yang akan di uji dan sudah didaftarkan pada data input. Jalankan program maka kamera terkoneksi untuk menangkap citra uji. Sistem akan mencocokkan citra dan menampilkan hasil. Jika akurasi sesuai ambang batas, kunci akan terbuka.

Blok Diagram Smart Lock

Blok Diagram elektrikal serdehana dari alat dan bahan yang digunakan pada projek ini ;



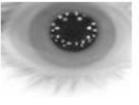
Gambar 6. Blok Diagram Elektrikal Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

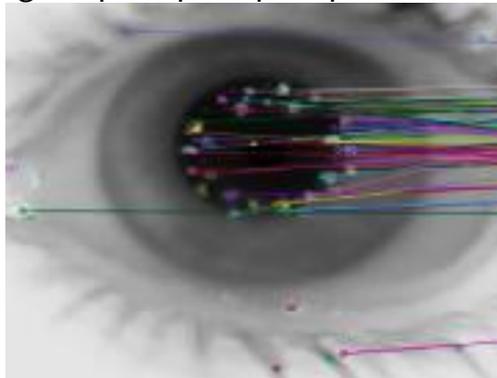
Hasil Dari Proses Metode Sistem Deteksi

Pada tahap ini dilakukan akuisisi citra dengan kamera inframerah sesuai ketentuan jarak yang telah ditentukan dengan koordinat bulatan iris mata dan pupil.

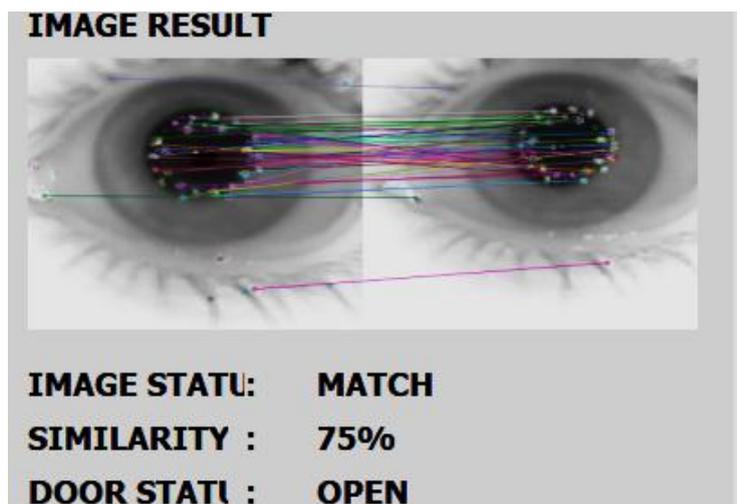
Tabel 1. Proses Input Akuisisi Iris Mata

No.	Input Nama	Akuisisi	Result
1	Vio Right Eye		
2	Vio Left Eye		

Setelah proses di atas maka penentuan pola pada iris mata dengan algoritma yang digunakan keypoint yang mengunci point point pada pola iris mata.



Gambar 7. Proses Pembacaan Keypoint pada Iris Mata



Gambar 8. Hasil Pencocokan Citra Iris (Matching)

Pembacaan pada pola iris dilakukan secara langsung untuk Database dan Data uji. Maka dari kedua data tersebut akan dibandingkan nilainya dari akumulasi keypoint dan akan menghasilkan output nilai kecocokan pada pola iris mata.

Hasil Pengujian

Pada pengujian ini menggunakan 16 nama citra menggunakan metode Scale Invariant Feature Transform. Tiap citra mata yang akan di uji diambil secara langsung menggunakan kamera yang telah dirakit yaitu dengan menggunakan kamera IR Pass filter (Camera ELP) dan tambahan IR Led (Infrared 850nm) agar memiliki keseimbangan Cahaya pada tembus pandang. Berikut data hasil dari pengujian tertera pada table dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Citra Iris Mata

No.	Nama Citra	Similarity%	Status lock
1.	Vio Rahmadani	87%	OPEN
2.	Riri Handayani	83%	OPEN
3.	Ghinahara	87%	OPEN
4.	Aldona Putri	79%	OPEN
5.	Adventus Najibaho	79%	OPEN
6.	Farel Hadi	77%	OPEN
7.	Afriadi Aslidimin	87%	OPEN
8.	Iqhsan Assegaf	87%	OPEN
9.	Farhan	55%	CLOSE
10.	Urai Yuyun	85%	OPEN
11.	Azman	83%	OPEN
12.	Widya Ramadani	87%	OPEN
13.	Aranfal	80%	OPEN
14.	Rezki	83%	OPEN
15.	Restu	85%	OPEN
16.	Aulia Ahmad	63%	CLOSE

Pengujian dilakukan terhadap 16 citra, dengan 14 berhasil dikenali dan 2 tidak terdeteksi. Untuk menghitung akurasi tingkat keberhasilan pendeteksian dari hasil pengujian sebagai berikut:

$$\% \text{pengenalan} = (\text{citra yang dikenali}) / (\text{jumlah citra uji}) \times 100\%$$

$$\% \text{pengenalan} = 14/16 \times 100\%$$

$$\% \text{pengenalan} = 87,5\%$$

Meskipun metode SIFT menghasilkan akurasi yang cukup tinggi, terdapat beberapa kelemahan. Salah satu kelemahan utama SIFT adalah waktu komputasinya yang relatif lambat dibandingkan dengan metode lain seperti SURF (Speeded-Up Robust Features) dan ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF). SURF menawarkan proses deteksi fitur yang lebih cepat namun dengan kebutuhan memori yang lebih tinggi, sementara ORB lebih ringan dan cocok untuk perangkat dengan keterbatasan sumber daya. Berdasarkan penelitian oleh Bay et al. (2006), SURF mengungguli SIFT dari segi kecepatan dengan akurasi yang masih dapat diterima. Sementara itu, ORB menurut Rublee et al. (2011) menawarkan efisiensi tinggi untuk aplikasi real-time di perangkat embedded. Oleh karena itu, pemilihan metode harus disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi dan keterbatasan perangkat keras yang digunakan.

Kesimpulan

Sistem deteksi iris menggunakan metode SIFT berhasil mengenali citra iris dengan akurasi sebesar 87%. Kamera IR memainkan peran penting dalam menghasilkan kualitas citra yang optimal. Untuk meningkatkan performa, diperlukan teknik akuisisi citra yang lebih baik. Selain itu, metode alternatif seperti SURF atau ORB dapat dipertimbangkan karena SIFT memiliki keterbatasan dalam kecepatan pemrosesan.

Penelitian ini memberikan gambaran bahwa sistem keamanan berbasis biometrik dapat dirancang secara efisien dengan teknologi sederhana dan biaya rendah. Sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi autentikasi pada perangkat atau akses terbatas.

Daftar Pustaka

- [1] N. Corporation, "Iris Recognition," 22 september 2021. [Online]. Available: <https://www.nec.com/en/global/solutions/biometrics/iris/index.html>. [Accessed 2024].
- [2] F. A. S. M. K. Sri Ratna Sulistiyanti, "PENGOLAHAN CITRA dasar dan contoh penerapannya," Warsito, Ed., Teknosain, 2016.
- [3] W. Brody, "Handbook of Medical Imaging," 2000.
- [4] G. M. F. S. R. Mardon Limena, "PEMANFAATAN CITRA KAMERA INFRAMERAH THERMAL (KIT)," *jurnal.ugm*, 23 07 2021.
- [5] Langgeng, "Pengertian Biometrik," *Geograf.id*, 17 04 2024. [Online]. Available: <https://geograf.id/jelaskan/pengertian-biometrics/>.
- [6] srimulia, "Mengenal OpenCV Dalam Python: Pengertian , Sejarah, Dukungan pada OS, Fitur-fitur," *IDMETAFORA*, 31 08 2022. [Online]. Available: <https://idmetafora.com/news/read/1177/Mengenal-OpenCV-Dalam-Python-Pengertian-Sejarah-Dukungan-pada-OS-Fitur-fitur.html>.
- [7] Deep, "Introduction to SIFT(Scale Invariant Feature Transform)," *Medium*, 16 March 2019. [Online]. Available: <https://medium.com/@deepanshut041/introduction-to-sift-scale-invariant-feature-transform-65d7f3a72d40>.
- [8] A. Rajwade, "Scale Invariant Feature Transform (SIFT)".
- [9] M. Ning, "SIFT (Transformasi fitur invarian skala)," 2019.
- [10] S. Lazebenik, "SIFT keypoint detection".
- [11] H. Bay, T. Tuytelaars and L. V. Gool, SURF: Speeded Up Robust Features, In European Conference on Computer Vision, 2006.
- [12] R. E., Rabaud, K. K. and B. G., "ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF.," no. IEEE International Conference on Computer Vision, 2011.
- [13] M. e. a. Tantawi, "Modern Biometric Security: Challenges and Advances in Liveness Detection and Template Protection," *Journal of Biometrics and Security*, no. 11(2), pp. 45-58, 2023.