

## Implementasi Metode *Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)* dan *K-Nearest Neighbor (KNN)* dalam Identifikasi Fitur Citra

Prabowo Budi Utomo<sup>1</sup>, M. Mujiono<sup>2</sup>, M. Nur Fuad<sup>3</sup>, Dona Wahyudi<sup>4</sup>, Adimas Ketut Nalendra<sup>5</sup>, Hafid Dian Nurfaujan Ahat<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Pengolahan Hasil Ternak Unggas, AKN Putra Sang Fajar Blitar  
e-mail: [prabowo86@akb.ac.id](mailto:prabowo86@akb.ac.id)  
Administrasi Server dan Jaringan Komputer, AKN Putra Sang Fajar Blitar  
e-mail: [ti@akb.ac.id](mailto:ti@akb.ac.id)

Prabowo Budi U, Pengolahan Hasil Ternak Unggas, AKN Putra Sang Fajar Blitar  
e-mail: [prabowo86@akb.ac.id](mailto:prabowo86@akb.ac.id)

### ABSTRAK

**Objektif.** Pencocokan citra telah menjadi salah satu isu penting dalam Computer vision, didefinisikan sebagai pengelolaan hubungan antara dua atau lebih citra yang sama namun diambil pada waktu atau sudut pandang yang berbeda. Proses ini menjadi salah satu proses dasar dalam registrasi citra disamping proses lain seperti akuisi citra, klasifikasi, rekonstruksi 3D hingga pemetaan. Penelitian ini diharapkan mampu mendeteksi dan mengenali fitur citra yang di capture sehingga nantinya dapat mempercepat dalam proses identifikasi tanpa harus melalui mekanisme pengenalan identitas. Disamping itu penelitian ini diharapkan juga mampu meningkatkan proses klasifikasi fitur citra sehingga mampu meningkatkan akurasi dalam pencocokan fitur citra.

**Metode.** Didalam pengenalan fitur citra banyak metode yang dapat dipergunakan, dalam penelitian ini penulis menggunakan metode *Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)* untuk mengekstraksi dan mencocokkan fitur citra dan *K-Nearest Neighbor (KNN)* untuk mengidentifikasi fitur citra. Objek yang digunakan dalam pengujian adalah objek yang ada disekitar seperti case kaset PS4, beng-beng drink dan Energen jagung.

**Hasil.** Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil sebanyak 87.5 % objek terdeteksi dengan baik, dengan jarak maksimal terjauh deteksi sebesar 30 cm dari kamera dan jarak terdekat deteksi sebesar 10 cm dari kamera. Pada pengujian dengan posisi objek normal diperoleh hasil 100% terdeteksi, dalam posisi diputar 900 ke kanan diperoleh hasil 100% terdeteksi, dalam posisi diputar 900 ke kiri diperoleh hasil 100% terdeteksi, dalam posisi diputar 1800 diperoleh hasil 100% terdeteksi, dalam posisi ditutup pada sebagian objek diperoleh hasil 100% terdeteksi dan pada posisi cahaya kurang dan cahaya berlebih juga diperoleh hasil 100% terdeteksi, namun ketika objek dijauhkan lebih dari 25 cm maka akan tidak terdeteksi Beberapa hal seperti besar objek, warna dan kualitas kamera mempengaruhi jarak dan kualitas deteksi.

**Kesimpulan.** Dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Klafisikasi Fitur Citra menggunakan Metode *Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)* dan *K-Nearest Neighbor (KNN)* dapat dilakukan dan terpenuhi sesuai dengan model pengujian yang digunakan.

**Kata kunci:**

*Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)*, *K-Nearest Neighbor (KNN)*, Identifikasi Fitur Citra

### ABSTRACT

**Objective.** Image matching has become one of the important issues in computer vision, defined as managing the relationship between two or more images that are the same but taken at different times or points of view. This process is one of the basic processes in image registration, in addition to other processes such as image acquisition, classification, 3D reconstruction to mapping. This research is expected to be able to detect and recognize the captured image features so that later it can speed up the identification process without having to go through an identity recognition mechanism. Besides, this research is also expected to be able to improve the image feature classification process so as to increase accuracy in matching image features.

**Method.** In recognizing image features, there are many methods that can be used. In this study, the author uses the *Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)* method to extract and match image features and *K-Nearest Neighbor (KNN)* to identify image features. The objects used in the test are objects that are around, such as the PS4 cassette case, beng-beng drink, and Energen corn.

**Results.** After testing, the results obtained as many as 87.5% of objects were detected properly, with the maximum detection distance of 30 cm from the camera and the closest detection distance of 10 cm from the camera. In the test with the normal object position, the results are 100% detected, in the rotated position 900 to the right 100% results are detected, in the rotated position 900 to the left 100% results are detected, in the rotated position 1800 the results are 100% detected, in the closed position the results are 100% detected. Some objects are 100% detected and in low light, and excess light positions are also 100% detected, but when the object is moved more than 25 cm it will not be detected. Several things such as the size of the object, color, and camera quality, affect the distance and quality of detection.

**Conclusion.** From the results of the analysis and discussion that has been carried out, it can be concluded that the Classification of Image Features using the *Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)* and *K-Nearest Neighbor (KNN)* Methods can be carried out and fulfilled according to the test model used.

**Keywords:**

Identify Image Features, *Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)*, *K-Nearest Neighbor (KNN)*

## 1. PENDAHULUAN

Pencocokan citra telah menjadi salah satu isu penting dalam *Computer vision*, didefinisikan sebagai pengelolaan hubungan antara dua atau lebih citra yang sama namun diambil pada waktu atau sudut pandang yang berbeda. Proses ini menjadi salah satu proses dasar dalam registrasi citra disamping proses lain seperti akuisi citra, klasifikasi, rekonstruksi 3D hingga pemetaan. Dengan meniru cara kerja sistem visual manusia yang sangat komplis dan kompleks, *Computer vision* menggunakan teknik-teknik yang mampu mengestimasi kemampuan visual manusia tersebut seperti pengukuran ciri yang berkaitan dengan geometri objek atau inteprestasi informasi citra dan sebagainya. Pencocokan citra sebagai salah satu permasalahan yang berfokus dalam membangun relasi dari dua citra cukup berperan dalam *Computer vision* saat dipergunakan dalam beberapa hal seperti pengenalan objek, registrasi citra hingga navigasi robot.<sup>[1]</sup>

Perkembangan yang besar telah terjadi pada penelitian tentang pencocokan citra khususnya dalam pencocokan fitur seperti dalam pencocokan titik. Dalam pencocokan titik beberapa metode telah diteliti seperti *Local Scale-Invariant Features (SIFT)*<sup>[2]</sup> dan *Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)*<sup>[3]</sup>. Dalam penelitian lain yang dilakukan Indah Listiyowati [4] metode SIFT mampu dipergunakan untuk mendapatkan kecocokan objek antara barang cacat dan tidak cacat dengan membandingkan kesamaan letak *keypoint* dalam beberapa posisi kemiringan gambar.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ronny Makhfuddin Akbar [5] meneliti tentang penerapan metode SIFT untuk membedakan uang kertas dengan menggunakan RANSAC untuk memeriksa konsistensi geometris uang kertas. Pada penelitian ini menunjukkan metode SIFT mampu membedakan beberapa uang kertas dari beberapa negara dengan akurasi 100% serta dapat mengidentifikasi uang kertas jamak dari negara yang sama atau berbeda dengan waktu rata-rata 32.67 detik.

Selain itu dalam penelitian yang dilakukan oleh Ritu Rani [6] didapatkan hasil metode ORB memiliki keunggulan dibandingkan dengan SIFT dan SURF karena kemampuannya dalam mengekstraksi dengan menggunakan FAST yang cukup cepat dan lebih toleran terhadap noise. Disamping itu metode ORB juga dapat dikombinasikan dengan metode lain seperti SVM dan KNN untuk menguji efisiensi pengklasifikasian yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini didapatkan bahwa akurasi pengenalan yang menggunakan SVM lebih baik dibandingkan KNN, SVM mampu memberikan akurasi pengenalan sebanyak 90,45% walaupun dengan waktu eksekusi yang lebih lama dari KNN.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Mirza Ramadhani [7] didapatkan tingkat akurasi sebesar 97,5 % dalam klasifikasi ikan dengan menggunakan kombinasi metode *Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)* dan *K-Nearest Neighbor (KNN)*. Dengan menggunakan metode *Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)*, Dina Indarti [1] melakukan penelitian pencocokan fitur citra, dimana diperoleh hasil bahwa dalam proses pencocokan fitur citra dapat dilakukan menggunakan metode ORB walaupun posisi citra berubah. Berdasarkan paparan yang terdapat dalam beberapa penelitian diatas, maka peneliti terdorong untuk melakukan penelitian tentang pencocokan fitur citra menggunakan metode *Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)* yang dikombinasikan dengan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* dalam mekanisme klasifikasinya. Penelitian ini diharapkan mampu mendeteksi dan mengenali fitur citra yang di *capture* sehingga nantinya dapat mempercepat dalam proses identifikasi tanpa harus melalui mekanisme pengenalan identitas. Disamping itu penelitian ini diharapkan juga mampu meningkatkan proses klasifikasi fitur citra sehingga mampu meningkatkan akurasi dalam pencocokan fitur citra

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah citra yang didapatkan dari lingkungan sekitar seperti kotak CD PS, foto dosen, minuman kemasan, dsb. Selama ini proses pengenalan objek tersebut memakan waktu yang cukup lama meskipun objek tersebut sudah biasa digunakan sehari-hari, hal ini menyebabkan terjadinya keterlambatan terutama saat proses pencarian dan pengenalan objek dan cenderung menghambat kegiatan pekerjaan.



PS4 PES 2021.jpg



GTA V.jpg



beng\_beng\_drink.jpg



Energen\_Jagung.jpg

Gambar 1. Citra Objek

### 2.2. Tahapan Penelitian

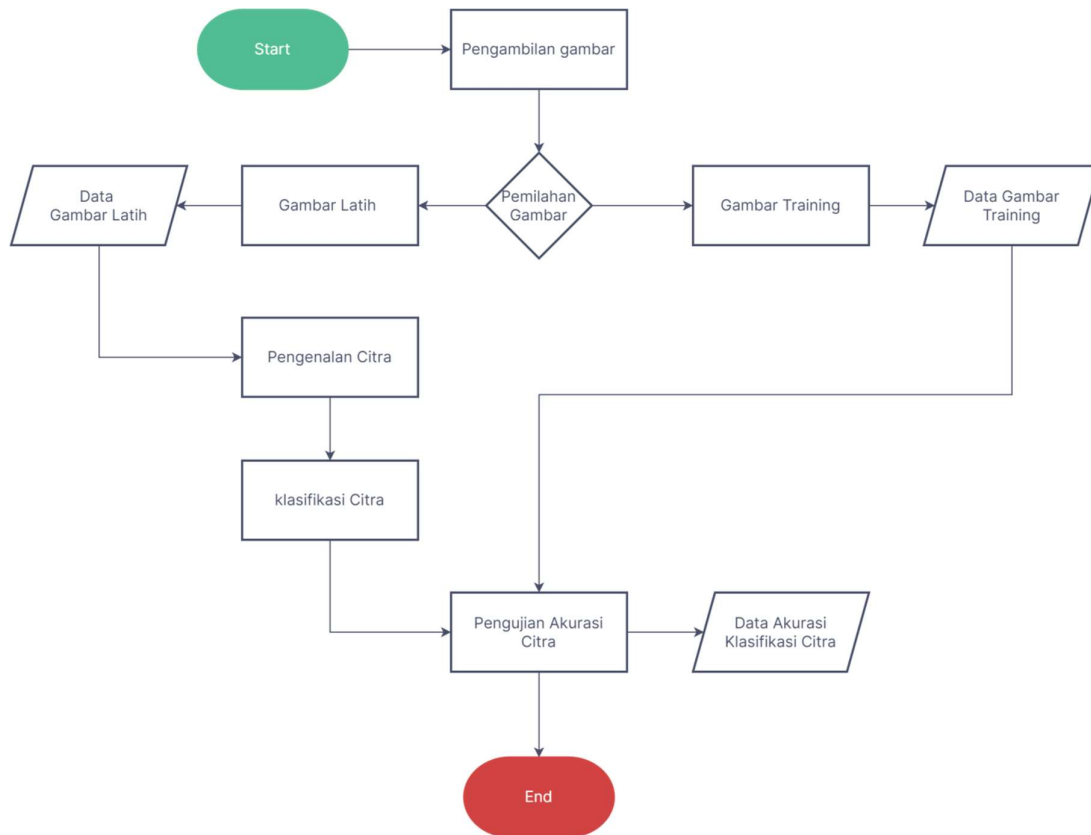
Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan hingga diperoleh hasil, yang dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Pengumpulan data

Dalam tahap ini pengumpulan data diperoleh melalui observasi di lingkungan dalam dan luar kampus AKN Putra Sang Fajar Blitar. Objek-objek tersebut akan dipilih untuk kemudian diambil foto dan kemudian dipilah, foto objek yang sudah dipilah akan menjadi objek sumber yang akan dilatih dan dijadikan data *training* dalam pencocokan fitur citra.

#### 2. Pengolahan Citra

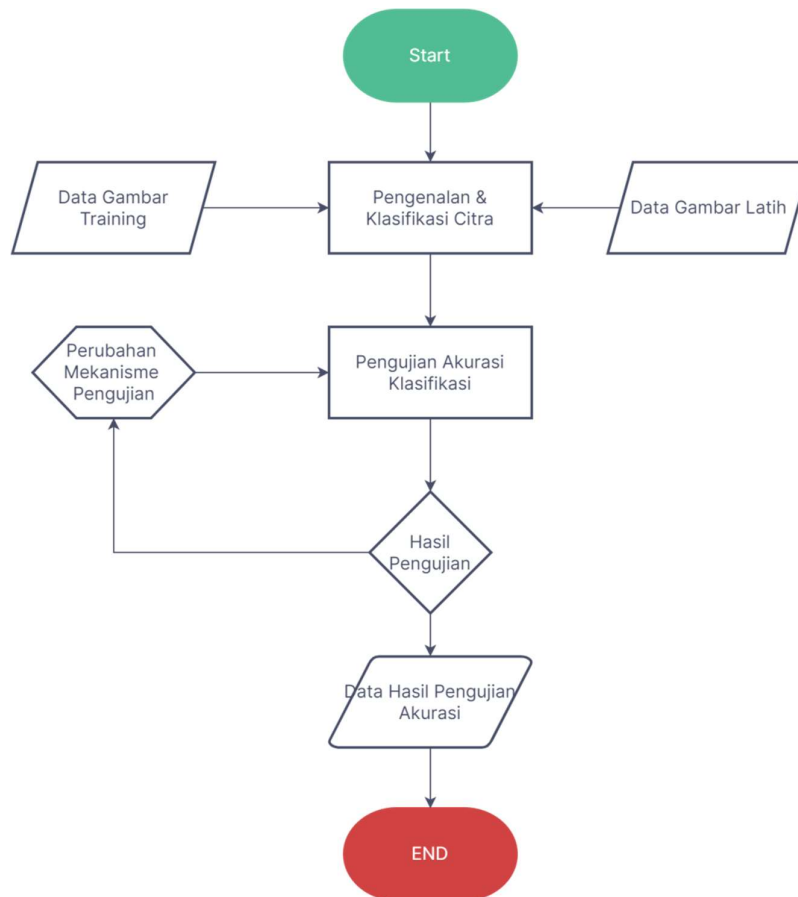
Pengolahan citra dilakukan dengan menggunakan metode ORB yang dikombinasikan dengan metode KNN dalam klasifikasi yang dibuat dalam sebuah aplikasi khusus menggunakan bahasa Python. Dengan memanfaatkan library OpenCV, numpy dan webcam laptop aplikasi yang dibuat diharapkan mampu melakukan pengolahan citra sebagaimana yang diharapkan. Proses pengumpulan data dan pengolahan citra yang dilakukan ditunjukkan dalam gambar 2 berikut.



Gambar 2. Flowchart Pengumpulan data dan Pengolahan Citra

### 3. Pengujian

Setelah dilakukan pengolahan gambar dilakukan kegiatan pengujian untuk mengetahui tingkat akurasi dari aplikasi yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan beberapa mekanisme seperti menguji objek pada posisi normal, diputar 90<sup>0</sup> ke kanan, diputar 90<sup>0</sup> ke kiri, diputar 180<sup>0</sup>, hingga dengan melakukan penutupan pada sebagian objek, penggunaan cahaya yang berlebih dan pengurangan cahaya pada objek, dimana alur pengujian ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Flowchart Pengujian Akurasi Citra

Pada tahap ini juga dilakukan pengujian dengan mempertimbangkan jarak objek terhadap webcam untuk memperoleh hasil deteksi, jarak yang dijadikan acuan dalam pengujian adalah sejauh 15 cm dari webcam, untuk kemudian dalam pengujian akan dilakukan beberapa kali tindakan memperpendek atau menjauhkan objek dari webcam. Hasil akurasi pengujian dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Akurasi (\%)} = \frac{\text{Jumlah percobaan yang berhasil}}{\text{Total percobaan}} \times 100\% \quad [8]$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Akuisisi Citra

Proses akuisi citra diawali dengan melakukan mekanisme *import library* yang dibutuhkan seperti *opencv*, *os* dan *numpy*. *Library Opencv* dipergunakan untuk menyederhanakan mekanisme coding yang berkaitan dengan citra digital, sedangkan *library Numpy* dipergunakan untuk melakukan operasi matematika pada mekanisme klasifikasi yang digunakan. *Library os* dipergunakan untuk mempermudah interaksi dengan sistem operasi yang digunakan.

```

import cv2
import numpy as np
import os
  
```

*Path* dipergunakan untuk membaca nama citra yang terdapat dalam folder 'gambar' yang sekaligus akan dipergunakan sebagai objek/citra sumber. Sedangkan orb dipergunakan untuk memulai proses pendeteksi menggunakan metode ORB yang diikuti dengan nilai maksimal *features*/fitur yang akan dideteksi.

```
path = 'gambar'
orb = cv2.ORB_create(nfeatures=1000)
```



Gambar 4. Objek/Citra sumber

Citra yang menjadi sumber diambil dari citra asli gambar yang didapatkan baik secara digital dengan fitur pencarian ataupun dari foto kamera yang digunakan tanpa melalui proses penyesuaian ukuran/*pixel* citra maupun penyesuaian fitur lainnya, sehingga citra sumber yang digunakan merupakan citra asli yang original. Untuk citra *training* yang digunakan dalam mekanisme pencocokan akan didapatkan secara *live* atau langsung dengan menggunakan kamera webcam yang terdapat diperangkat, dimana melalui webcam objek yang digunakan sebagai *training* akan ditunjukkan untuk kemudian secara langsung/*live* akan dicocokkan dan diklasifikasikan dengan citra sumber yang dimiliki.

### 3.2 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur dilakukan untuk mendapatkan fitur-fitur yang dibutuhkan dalam proses pencocokan dan klasifikasi. Salah satu fitur yang dibutuhkan dalam proses pencocokan adalah *detector keypoint*, dengan menggunakan metode ORB (*Oriented Fast and Rotated Brief*) yang memiliki *descriptor BRIEF* metode ini mampu mendapatkan ciri khusus dari citra. Dengan menggunakan *library OpenCV* ciri khusus dari citra didapatkan dalam bentuk *keypoint* yang bersifat invariant, dimana dengan sifat ini beberapa model transformasi citra seperti rotasi atau penyekalan menjadi lebih dihaluskan dalam suatu citra untuk menjadi *keypoint*.



Gambar 5. Keypoint dari citra

Pada gambar 5 diatas terlihat beberapa titik-titik warna-warni yang merupakan *keypoint* dari citra, dimana *keypoint* ini akan menjadi bagian utama yang bisa digunakan untuk mengenali citra tersebut. Didalam *keypoint* terdapat *descriptor* dalam bentuk *matriks* yang menjadi acuan untuk menghitung kemiripan citra yang telah didapatkan dengan model *training* yang akan diujikan secara *live* atau *real time*.

```
[ 13 192 23 123 180 142 235 144 124 9 114 100 245 83 136 72 81 42
 38 88 19 176 9 63 68 174 50 192 200 147 227 129]
(venv) PS D:\Penelitian\Pencocokan> █
```

Gambar 6. *Matriks* dari *Keypoint* yang terdapat dalam citra

Proses ekstraksi fitur lain yang dilakukan dari citra yang dimiliki adalah dengan mengekstrak class yang dimiliki suatu citra. Dengan menggunakan class ini, akan diekstraksi fitur nama objek yang akan dipergunakan dalam proses identifikasi objek.

```
images = []
classNames = []
myList = os.listdir(path)
print('Total Class terdeteksi', len(myList))
for cl in myList:
    imgCur = cv2.imread(f'{path}/{cl}', 0)
    images.append(imgCur)
    classNames.append(os.path.splitext(cl)[0])
print(classNames)
```

### 3.3 Klasifikasi

Dalam tahap ini dilakukan proses klasifikasi citra yang dilakukan dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN), dimana dengan menggunakan metode ini akan dicari jarak terdekat citra training yang memiliki kemiripan dengan citra sumber menggunakan matriks dari *keypoint* yang didapatkan dari proses ekstraksi fitur. Tahapan klasifikasi menggunakan KNN dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pengumpulan citra training, pengumpulan citra training dilakukan secara real time menggunakan webcam perangkat.
2. Memilih nilai k yang akan digunakan sebagai nilai awal perhitungan, dalam pengujian ini nilai k=2 yang berarti 2 nilai Euclidean paling kecil dari citra training sebagai titik acuan untuk menerangkan perkiraan jarak terdekat dari koordinat sebenarnya dalam matriks *keypoint* citra.
3. Vektor fitur dan identifikasi citra training akan disimpan oleh algoritme selama proses klasifikasi.
4. Setelah proses klasifikasi selesai, dilanjutkan dengan proses identifikasi yang didapatkan dari perhitungan nilai matriks fitur yang dianggap sama, untuk selanjutnya dilakukan perhitungan jarak vektor baru ke vektor training dan pengambilan nilai k yang terdekat serta penentuan titik baru klasifikasi.

Mekanisme perhitungan dalam tahapan klasifikasi ini menggunakan rumus berikut :

$$D_{\text{min}}(P, Q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad [9]$$

P dan Q adalah titik ruang pada vektor n dimensi, pi dan qi besaran scalar untuk dimensi ke I dalam ruang vektor n dimensi. Setelah matriks dari *keypoint* dihitung akan mendapatkan nilai yang akan dibandingkan dengan nilai *threshold* dari metode *ORB*. Setelah itu citra dengan jarak terdekat paling banyak akan diurutkan sehingga mendapatkan citra yang paling cocok.

Sistem kerja aplikasi identifikasi fitur citra ini dengan mencocokkan titik-titik pada keypoint pada file training yang diambil secara live dengan file objek sumber, sebagaimana yang dtunjukkan pada gambar 5 berikut.




Gambar 7. Contoh mekanisme pengujian aplikasi

Dalam tahap *matching template*, fitur citra training akan dilakukan pencocokan dengan fitur objek sumber, dimana pencocokan dilakukan dengan menggunakan *K-nearest neighbor Euclidean* dengan nilai  $K = 2$  dengan metode ORB. Hasilnya akan dihitung dengan rasionya, dimana yang lebih dari 0.75 akan dibuang dan hasil yang match akan digunakan sebagai acuan dalam identifikasi.


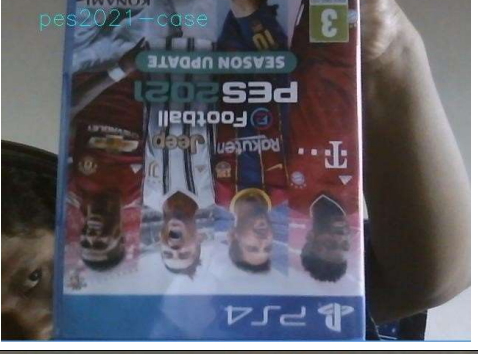


### 3.4 Pengujian

Dalam tahapan ini dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dirancang sehingga diketahui tingkat akurasi. Pengujian dilakukan dengan memperlihatkan citra training secara real time ke webcam. Posisi yang akan diujikan pada setiap objek terdiri dari menguji objek pada posisi normal, diputar  $90^\circ$  ke kanan, diputar  $90^\circ$  ke kiri, diputar  $180^\circ$ , hingga dengan melakukan penutupan pada sebagian objek, penggunaan cahaya yang berlebih dan pengurangan cahaya pada objek.

Tabel 1. Pengujian

Pengujian Ke	Gambar	Posisi	Hasil
1		Normal	Terdeteksi



Pengujian Ke	Gambar	Posisi	Hasil
2		Diputar 90° ke kiri	Terdeteksi
3		Diputar 180° ke bawah	Terdeteksi
4		Diputar 90° ke kanan	Terdeteksi
5		Diperjauh 10 cm (sejauh 25 cm)	Tidak Terdeteksi

Pengujian Ke	Gambar	Posisi	Hasil
6		Diperpendek 5 cm ke depan (10 cm)	terdeteksi
7		Di tutupi sebagian	Terdeteksi
8		Cahaya Lebih	Terdeteksi

Tahap pengujian yang dilakukan dengan berbagai posisi seperti objek pada posisi normal, diputar 90° ke kanan, diputar 90° ke kiri, diputar 180°, hingga dengan melakukan penutupan pada sebagian objek, penggunaan cahaya yang berlebih dan pengurangan cahaya pada objek, didapatkan hasil yang tercantum pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian

No	Keterangan	Nilai
1	Jumlah pengujian	16
2	Berhasil dikenali	14
3	Dikenali sebagai objek lain atau tidak dikenali	2
4	Jarak terdekat	10 cm
5	Jarak terjauh	30 cm

Berdasar pada hasil pengujian yang dilakukan maka dapat diperoleh akurasi dalam proses identifikasi objek, yang dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Akurasi (\%)} &= 14 \times 100\% \\ &= \frac{14}{16} \times 100\% \\ &= 87,5\% \end{aligned}$$

Sehingga proses identifikasi fitur citra mendapatkan hasil sebanyak 87.5 % objek terdeteksi dengan baik, dengan jarak maksimal terjauh deteksi sebesar 30 cm dari kamera dan jarak terdekat deteksi sebesar 10 cm dari kamera. Beberapa hal seperti besar objek, warna dan kualitas kamera mempengaruhi jarak dan kualitas deteksi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pemahasan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Klafisikasi Fitur Citra menggunakan Metode Oriented Fast and Rotated Brief (ORB) dan K-Nearest Neighbor (KNN) dengan menggunakan berbagai model pengujian seperti objek pada posisi normal, diputar 90<sup>0</sup> ke kanan, diputar 90<sup>0</sup> ke kiri, diputar 180<sup>0</sup>, hingga dengan melakukan penutupan pada sebagian objek, penggunaan cahaya yang berlebih dan pengurangan cahaya pada objek. Dalam penelitian ini bilamana objek yang diujikan dapat dikenali dan diklasifikasi dengan baik maka dikatakan terdeteksi. Pada pengujian dengan posisi objek normal diperoleh hasil 100% terdeteksi, dalam posisi diputar 90<sup>0</sup> ke kanan diperoleh hasil 100% terdeteksi, dalam posisi diputar 90<sup>0</sup> ke kiri diperoleh hasil 100% terdeteksi, dalam posisi diputar 180<sup>0</sup> diperoleh hasil 100% terdeteksi, dalam posisi ditutup pada sebagian objek diperoleh hasil 100% terdeteksi dan pada posisi cahaya kurang dan cahaya berlebih juga diperoleh hasil 100% terdeteksi, namun ketika objek dijauhkan lebih dari 25 cm maka akan tidak terdeteksi. Dari penelitian dan pengujian yang dilakukan diketahui bahwa pendeteksi dan klasifikasi objek tidak dipengaruhi oleh posisi objek dan tingkat cahaya namun lebih dipengaruhi oleh jauh-dekatnya objek yang dideteksi.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga artikel yang berjudul "Implementasi Metode Oriented Fast and Rotated Brief (ORB) dan K-Nearest Neighbor (KNN) dalam Identifikasi Fitur Citra" diselesaikan dengan baik tanpa adanya halangan sama sekali.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Indarti, Dina, Aini Suri Talita, J. Margonda, R. No, and J. Barat. "Pencocokan Fitur Pada Citra Menggunakan Metode Oriented Fast and Rotated Brief (ORB)." *Progr. Stud. Tek. Inform., Univ. Gunadarma. Depok* (2020): 1-12.
- Yousry, Ahmed, Mohamed Taha, and Mazen M. Selim. "Currency Recognition System for Blind people using ORB Algorithm." *Int. Arab. J. e Technol.* 5, no. 1 (2018): 34-40.
- Luo, Chuan, Wei Yang, Panling Huang, and Jun Zhou. "Overview of image matching based on ORB algorithm." In *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1237, no. 3, p. 032020. IOP Publishing, 2019.
- Listiyowati, Indah, Tatang Rohana, and Kiki Ahmad Baihaqi. "Implementasi Metode Scale Invariant Feature Transform (SIFT) Untuk Mendeteksi Kecacatan Patah Pada Plastik Injection." *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science* 2, no. 1 (2021): 69-75.
- Akbar, Ronny Makhfuddin, and Fajar Indra Kurniawan. "Identifikasi dan Konversi Mata Uang Asing Menggunakan Scale Invariant Feature Transform." *SUBMIT: Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi dan Sains* 2, no. 1 (2022): 39-45.

- Rani, Ritu, Ravinder Kumar, and Amit Prakash Singh. "Implementation of ORB and Object Classification using KNN and SVM Classifiers." *Int. J. Comput. Sci. Eng.* 7, no. 3 (2019): 280-285.
- Ramadhani, Mirza, and Darlis Heru Murti. "Klasifikasi Ikan Menggunakan Oriented Fast and Rotated Brief (Orb) Dan K-Nearest Neighbor (Knn)." *JUTI J. Ilm. Teknol. Inf* 16, no. 2 (2018): 115.
- Nurdin, Cherry Januar, Jamaludin Indra, Rahmat Rahmat, Kiki Ahmad Baihaqi, and Euis Nurlaelasari. "DETEKSI OBJEK BARANG BELANJAAN MENGGUNAKAN METODE ORIENTED FAST AND ROTATED BRIEF (ORB) DAN K-NEAREST NEIGHBOR (KNN)." In *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, pp. 409-416. 2021.
- Khoharja, Giovinna, Liliana Liliana, and Anita Nathania Purbowo. "Aplikasi Deteksi Nilai Uang pada Mata Uang Indonesia dengan Metode Feature Matching." *Jurnal Infra* 5, no. 1 (2017): 51-55.
- Ma, Chaoqun & Hu, Xiaoguang & Xiao, Jin & Du, Huanchao & Zhang, Guofeng. (2020). Improved ORB Algorithm Using Three-Patch Method and Local Gray Difference. *Sensors* (Basel, Switzerland). 20. 10.3390/s20040975.