



Face Detection Using Haar Cascade Classifier Algorithm

Deteksi Citra Wajah Menggunakan Algoritma Haar Cascade Classifier

Faishal Tirto Nugroho^{1*}, Enny Itje Sela²

^{1,2} Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta

E-Mail: ¹faishaltirto@gmail.com, ²ennysela@uty.ac.id

Received Aug 30th 2021; Revised Sept 05th 2021; Accepted Sept 15th 2022

Corresponding Author: Faishal Tirto Nugroho

Abstract

Humans can easily recognize objects, which is quite different from computers. When a computer needs to recognize an object, a very long training process must be carried out, and there are many methods that can be used to train a computer to detect an object well, one of which is the Haar Cascade Classifier algorithm. This research will address the topic of face detection using the Haar Cascade Classifier algorithm. The Haar Cascade Classifier algorithm has become a commonly used algorithm for face detection. Using this algorithm, a computer system can be trained to detect facial images. To train a system to detect faces, you need a dataset containing faces. In this research, a dataset containing both faces and non-faces will be used. After the training, a system capable of detecting faces can be generated. By using OpenCV connected to the laptop's webcam, the face detection system will run immediately. The results of the testing in this research show that faces can be detected effectively. Detected faces are not limited to those facing the camera; faces facing right, left, up, and down can also be detected effectively.

Keywords: Digital Image Processing, Face Recognition, Haar Cascade Classifier, Intelligent Systems, OpenCV

Abstrak

Manusia dapat mengenali objek dengan sangat mudah berbeda dengan komputer. Jika komputer ingin mengenali sebuah objek harus dilakukan proses pelatihan yang sangat lama ada banyak sekali metode yang dapat digunakan untuk melatih komputer agar dapat mendeteksi suatu objek dengan baik salah satunya yaitu dengan algoritma haar cascade classifier. Pada penelitian ini akan membawakan topik pendeteksian wajah yang akan dilakukan dengan menggunakan algoritma haar cascade classifier. Algoritma haar cascade classifier sudah menjadi algoritma yang biasa digunakan untuk pendeteksian wajah. Dengan menggunakan algoritma ini dapat melatih suatu sistem komputer agar dapat mendeteksi citra wajah. Untuk melatih sistem agar dapat mendeteksi wajah diperlukan sebuah data berupa wajah. Pada penelitian ini akan menggunakan dataset berupa wajah dan bukan wajah. Setelah melakukan pelatihan dapat dihasilkan suatu sistem yang dapat mendeteksi wajah. Dengan menggunakan OpenCV yang disambungkan ke webcam laptop sistem pendeteksian akan langsung berjalan. Hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan wajah dapat terdeteksi dengan baik. Wajah yang terdeteksi tidak hanya wajah yang menghadap kedepan kamera saja akan tetapi wajah yang menghadap kesamping kanan, kiri, atas dan bawah juga dapat terdeteksi dengan baik.

Kata Kunci: Face Recognition, Haar Cascade Classifier, OpenCV, Pengolahan Citra Digital, Sistem Cerdas

1. PENDAHULUAN

Manusia dapat mengenali suatu objek dengan sangat mudah seperti mengenali suatu bentuk wajah. Dengan melakukan pengenalan manusia dapat mengidentifikasi objek yang berbeda hal ini dapat dilakukan karena manusia memiliki sistem kecerdasan tidak seperti mesin komputer yang akan susah mengenali sebuah objek. Untuk melakukan sebuah pengenalan, komputer membutuhkan pelatihan yang sangat banyak sehingga komputer tersebut dapat mengenali suatu objek dengan baik. Dalam ilmu komputer terdapat ilmu sistem kecerdasan buatan dimana sistem ini menerapkan kecerdasan layaknya seperti manusia. Dengan kecerdasan buatan komputer akan dilatih dengan data yang sangat banyak yang bertujuan untuk mengenali suatu objek. Dengan melakukan pendeteksian objek wajah dapat tercipta sistem keamanan seperti verifikasi objek. Dengan adanya sistem tersebut dapat dijadikan sebagai verifikasi pengamanan data sehingga data tersebut dapat tetap aman dan hanya dapat diakses dengan verifikasi wajah pemilik [1][2][3].

Terdapat banyak sekali algoritma yang dapat digunakan agar komputer dapat dilatih untuk mengenali suatu objek salah satunya adalah algoritma *haar cascade classifier*. Algoritma *haar cascade classifier* ini adalah metode yang dikembangkan oleh viola dan jones pada tahun 2001. Algoritma ini sangat populer untuk melakukan pendeteksian wajah, sudah banyak penelitian yang menggunakan algoritma ini untuk melakukan pendeteksian wajah karena algoritma ini dapat melakukan deteksi dengan cepat, akurat dan juga dapat dilakukan secara langsung menggunakan kamera [4][5][6].

Penelitian untuk pendeteksian wajah sudah banyak dilakukan sebelumnya. Terdapat penelitian untuk menerapkan deteksi wajah untuk memantau orang keluar dan masuk pada asrama Universitas Klabat. Pada penelitian ini digunakan algoritma *haar cascade classifier* untuk melakukan pendeteksian wajah seseorang. Dengan menggunakan *OpenCV* dan kamera *webcam* untuk menangkap wajah seseorang, Setelah wajah seseorang tertangkap kamera *webcam* setelah itu sistem akan mengirimkan pesan dan memberitahu bahwa ada seseorang yang masuk atau keluar [7].

Terdapat juga penerapan deteksi wajah berbasis *android* menggunakan algoritma *haar cascade classifier*. Penelitian ini berfokus dalam pendeteksian wajah, terdapat beberapa kondisi yang dilakukan pada penelitian ini seperti wajah biasa dan wajah yang tertutup oleh aksesoris seperti kacamata, jilbab dan topi. Pada penelitian ini menghasilkan akurasi 95,38% jika wajah tidak memiliki aksesoris apapun akan tetapi akurasi menjadi 72,47% jika wajah tertutup oleh aksesoris seperti kacamata, jilbab, topi dan objek lain nya. Pada penelitian ini juga masih menghasilkan hasil yang kurang terhadap wajah yang miring ataupun menoleh dan hanya dapat mendeteksi wajah yang tegap lurus menghadap ke kamera [8].

Selanjutnya terdapat penelitian dengan tema pendeteksian wajah yang menggunakan masker. Pada penelitian ini berfokus pada wajah yang mengenakan masker. Dari penelitian ini menghasilkan sistem yang dapat mendeteksi wajah dan juga wajah yang menggunakan masker. Kekurangan dari penelitian ini masih sama seperti penelitian sebelumnya yaitu hanya dapat menangkap wajah yang tegap lurus menghadap kamera [9].

Lalu berikut ini terdapat penelitian yang menggunakan metode selain *haar cascade classifier*. Pada penelitian ini menggunakan Facenet untuk melakukan pendeteksian wajah. Dengan menggunakan metode Facenet penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 80%. Penelitian tersebut mendapatkan tingkat akurasi yang baik dan cukup akurat, akan tetapi hasil pendeteksian wajah hanya dapat mendeteksi wajah yang menghadap kedepan kamera [10].

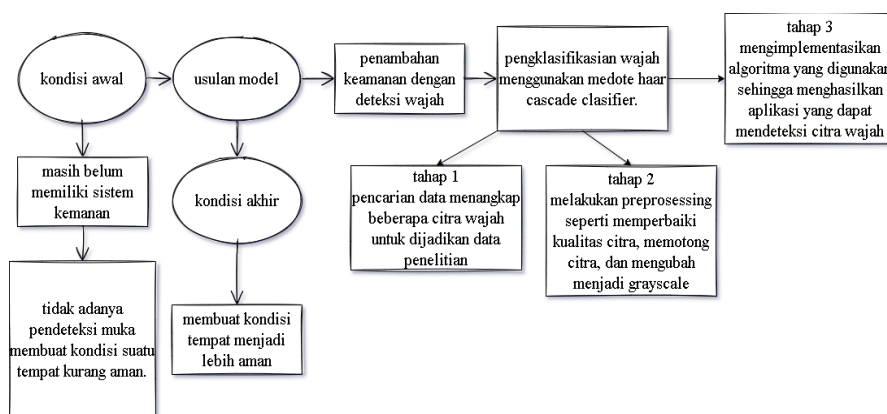
Penelitian lain lagi yang menggunakan algoritma yang berbeda yaitu penelitian dengan menggunakan CNN untuk deteksi wajah. Pada penelitian ini menghasilkan pendeteksian yang sangat baik. Permasalahan nya yaitu hanya pada pendeteksian hanya pada wajah yang tegap lurus menghadap kamera saja [11].

Dari penelitian-penelitian terdahulu dapat disimpulkan hasil dari penelitian terdahulu sudah baik tetapi masih terdapat kekurangan. Kekurangan yang sering terjadi yaitu hanya dapat mendeteksi wajah yang tegap lurus menghadap kedepan kamera [12][13][14]. Maka dari itu pada penelitian ini akan membuat sistem deteksi wajah yang akan dapat mendeteksi wajah yang dapat menoleh yang tidak berfokus menghadap kedepan kamera saja.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Kerangka Penelitian

Berikut adalah kerangka penelitian dari penelitian ini. Dalam kerangka penelitian ini dapat dilihat langkah-langkah yang dilakukan. Langkah-langkah ini berisi mulai dari kondisi awal hingga akhir dan menghasilkan produk. Terlihat pada gambar 1 adalah alur dari kerangka penelitian ini. Pada kondisi awal masih belum terimplementasi sistem apapun sehingga memutuskan untuk memberikan sistem pengaman berupa kamera yang dapat mendeteksi wajah manusia dengan adanya sistem tersebut akan membuat tempat itu menjadi lebih aman.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.2. Data Penelitian

Penelitian memerlukan sebuah data. Data-data ini yang akan membuat penelitian berjalan dan membuat hasil dari penelitian. Dengan itu berikut adalah penjelasan dari data-data yang dipakai pada penelitian ini.

2.3. Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 jenis data citra yaitu citra wajah dan citra non wajah dengan jumlah sebanyak 314 citra. 157 citra wajah didapatkan dari *A Century of Portraits: A Visual Historical Record of American High School Yearbooks*, yang berisi protret wajah siswa sekolah menengah akhir amerika, pada dataset tersebut terdapat 37,921 dataset wajah. Penelitian ini hanya mengambil 157 data wajah dari dataset tersebut beberapa tambahan didapatkan dengan cara memotret dengan kamera smartphone. Sedangkan untuk citra non wajah didapatkan dari *Standford Background Dataset*, Pada dataset tersebut terdapat 715 data citra non wajah dan hanya diambil 157 untuk digunakan pada penelitian ini. Data pada tabel adalah beberapa data yang akan digunakan untuk dijadikan bahan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis dan Perancangan

Berikut adalah analisis rancangan dari penelitian ini. Dengan analisis, dapat diketahui kebutuhan kebutuhan yang ada. Kebutuhan tersebut yaitu kebutuhan *fungsiional* dan *non fungsiional*.

1. Kebutuhan fungsiional

Berikut adalah kebutuhan fungsiional dari penelitian ini. Penjelasan mulai dari input, proses dan outputnya:

- Dapat melakukan input dari citra.
- Dapat melakukan pemrosesan dari algoritma yang digunakan.
- Dari proses yang sudah dilakukan dapat melakukan deteksi wajah pada seseorang.

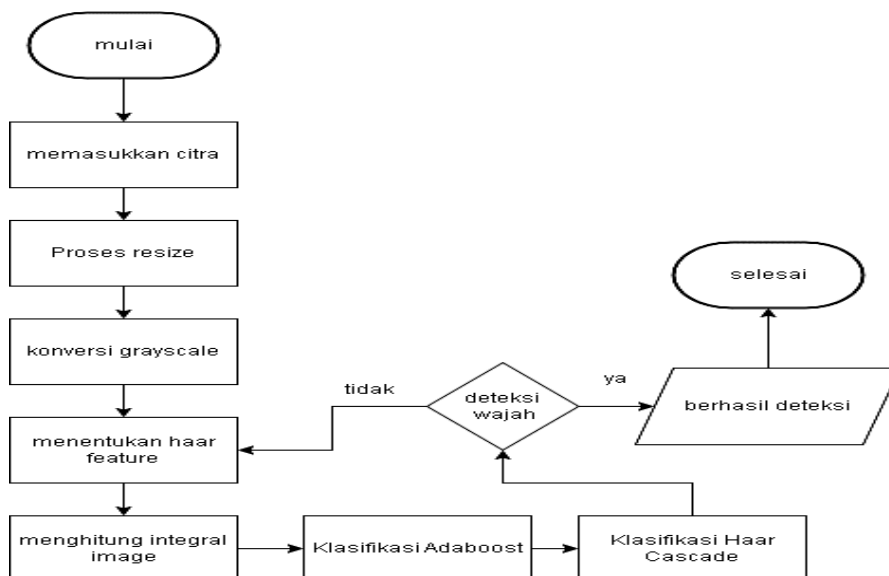
2. Kebutuhan non fungsiional

Berikut ini adalah kebutuhan non fungsiional. Kebutuhan ini berisikan perangkat lunak yang digunakan dan perangkat keras yang digunakan untuk penelitian ini. Berikut adalah kebutuhan nya:

- Perangkat lunak yang digunakan adalah *Python, openCV*.
- Perangkat keras yang digunakan yaitu Laptop HP dengan *prosessor ryzen 5 3500u RAM 8GB*.

3.2. Perancangan konseptual dan fisik

Berikut adalah perancangan konseptual dan fisik. Tujuan dari perancangan konseptual dan fisik ini adalah agar dapat mengetahui alur kerja dari sistem. Alur sistem digambarkan dalam bentuk *flowchart* seperti pada gambar 2. Dari situ dapat diketahui proses dari sistem yang dibuat. Langkah pertama yaitu memasukkan citra yang akan dijadikan data penelitian. Setelah itu akan dilakukan langkah pre-prosessing seperti rezise dan konversi ke *grayscale*. setelah itu masuk ke langkah klasifikasi nya mulai dari menentukan haar feature, mencari integral image, klasifikasi dengan *adaboost*, klasifikasi dengan *haar cascade*. Setelah proses klasifikasi selesai maka hasil deteksi wajah akan muncul.



Gambar 2. Perancangan Konseptual dan Fisik

3.3. Implementasi

Berikut adalah Implementasi dari sistem yang sudah dibuat. Hal pertama yang perlu dilakukan yaitu memasukkan dataset yang akan dilatih. Kedua dataset yaitu citra wajah dan non wajah akan dimasukkan dan nantinya akan dilatih. *Dataset* tersebut akan dimasukkan dan dilakukan *preprocessing* yaitu mengubahnya menjadi citra *grayscale* dan mengubah ukurannya.

```
faces = []
files = os.listdir('faces2')

for i in tqdm(range(len(files))):
    img = io.imread(f"faces2/{files[i]}")
    if len(img.shape) > 2:
        img = rgb2gray(img)
    img = cv2.resize(img, (19, 19))
    if (img.max() > 1):
        img = img / 255
    faces.append(img)

print(f'Loaded {len(faces)} Face Images')
```

Gambar 3. Memasukkan Data

Mengubah citra menjadi citra grayscale berfungsi untuk mengurangi nilai dimensi dari suatu citra dari yang memiliki 3 warna yaitu merah, hijau, biru menjadi berwarna hitam dan putih saja. Dengan ini proses perhitungan akan lebih sederhana dan lebih cepat dalam prosesnya. Setelah itu citra akan diperkecil sehingga akan mengurangi juga nilai dari *pixel* nya yang akan dimasukkan kedalam perhitungan.

```
def
compute_integral_image(img):
    width = img.shape[0]
    height = img.shape[1]
    ii = np.zeros((width + 1,
height + 1))

    for i in range(width):
        for j in range(height):
            ii[i + 1, j + 1] =
```

Gambar 4. Code Integral



Gambar 5. Citra abu/grayscale

Setelah itu akan dicari fitur dari citra abu pada gambar 5 Untuk pencarian fitur akan dilakukan pengubahan citra *grayscale* kedalam citra integral. Berikut adalah beberapa perhitungan dari *pixel* 4x4 yang diambil dari citra *grayscale* pada gambar 5.

52	52	50	55
50	51	51	57
54	50	49	56
58	52	46	53

Gambar 6. pixel 4x4

52	52	50	55
50	51	51	57
54	50	49	56
58	52	46	53

Gambar 7. Perhitungan integral 1

$$\begin{aligned}
 52 &= 52 \\
 52 + 52 &= 104 \\
 52 + 52 + 50 &= 154 \\
 52 + 52 + 50 + 55 &= 209
 \end{aligned}$$

52	52	50	55
50	51	51	57
54	50	49	56
58	52	46	53

Gambar 8. Perhitungan Integral 2

$$\begin{aligned}
 52 + 50 &= 102 \\
 52 + 50 + 52 + 51 &= 205 \\
 52 + 50 + 52 + 51 + 50 + 51 &= 306 \\
 52 + 50 + 52 + 51 + 50 + 51 + 55 + 57 &= 418
 \end{aligned}$$

52	52	50	55
50	51	51	57
54	50	49	56
58	52	46	53

Gambar 9. Perhitungan Integral 3

$$\begin{aligned}
 52 + 50 + 54 &= 156 \\
 52 + 50 + 54 + 52 + 51 + 50 &= 309 \\
 52 + 50 + 54 + 52 + 51 + 50 + 50 + 51 + 49 &= 459 \\
 52 + 50 + 54 + 52 + 51 + 50 + 50 + 51 + 49 + 55 + 57 + 56 &= 627
 \end{aligned}$$

52	52	50	55
50	51	51	57
54	50	49	56
58	52	46	53

Gambar 10. Perhitungan Integral 4

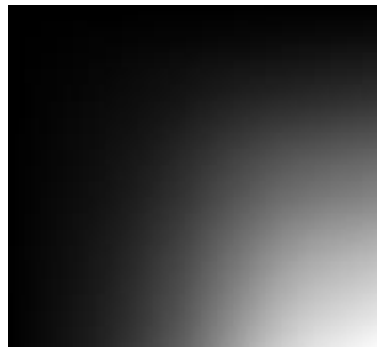
$$\begin{aligned}
 52 + 50 + 54 + 58 &= 214 \\
 52 + 50 + 54 + 58 + 52 + 51 + 50 + 52 &= 419 \\
 52 + 50 + 54 + 58 + 52 + 51 + 50 + 52 + 50 + 51 + 49 + 46 &= 615
 \end{aligned}$$

$$52 + 50 + 54 + 58 + 52 + 51 + 50 + 52 + 50 + 51 + 49 + 46 + 55 + 57 + 56 + 53 = 836$$

52	104	154	209
102	205	306	418
156	309	459	627
214	419	615	836

Gambar 11. Hasil akhir integral image

Batas dari citra grayscale adalah 255. Maka dari itu jika citra integral di lihat dalam bentuk citra grayscale akan terlihat pada gambar 12. Karena batas dari citra grayscale adalah 255 maka jika nilai melebihi 255 tidak akan ditambahkan lagi sehingga titik paling bawah akan terlihat berwarna keputihan karena nilai paling bawah sudah pasti paling tinggi yaitu 255 [15][16].



Gambar 12. Citra Integral

Dengan citra integral akan lebih mempercepat perhitungan haar feature nya. Pencarian feature dengan haar like feature memerlukan menghitung daerah putih dan hitam. Karena sudah menggunakan integral image hal tersebut tidak perlu dilakukan. Perhitungan akan menjadi lebih sederhana yaitu hanya dengan seperti pada gambar 12. dari perbandingan tersebut dapat diketahui bahwa dengan citra integral dapat mempercepat proses perhitungan.

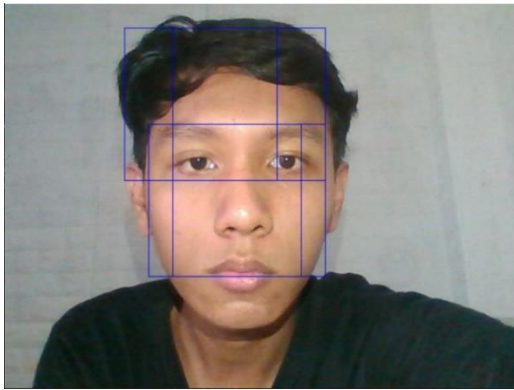
Citra Grayscale				Citra Integral			
52	52	50	55	52	104	154	209
50	51	51	57	102	205	306	418
54	50	49	56	156	309	459	627
58	52	46	53	214	419	615	836
51+51+57+50+49+56 = 314				627-209-156+52 = 314			

Gambar 13. Perbandingan

Setelah itu pada tahap training digunakan dataset wajah sebanyak 157 dan dataset non wajah sebanyak 157 dengan total keseluruhan adalah 314 data citra. Setelah itu akan dibagi yaitu data set akan berjumlah 200 dan data test berjumlah 114.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses train dengan 20 iterasi mendapatkan akurasi pada proses train yaitu 100% dengan dataset berjumlah 200 dan pada proses test sebesar 95,6% dengan dataset berjumlah 114. Pada gambar 14 terlihat program sudah dapat memberikan bounding box pada area wajah dengan cukup baik dengan tingkat pencahayaan yang terang. Jika ruangan gelap maka wajah akan sulit terdeteksi terlihat seperti pada gambar 15. Lalu untuk wajah yang menghadap kearah lain juga sudah dapat terdeteksi dengan cukup baik terlihat pada gambar 16 dan 17.



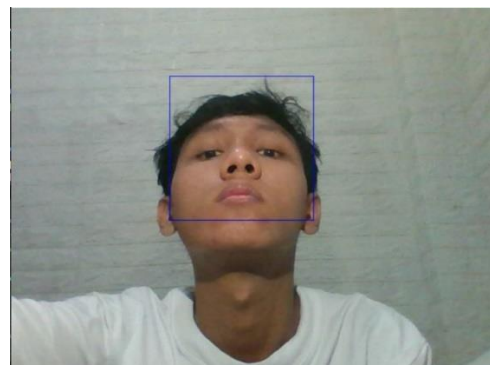
Gambar 14. Test dengan gambar



Gambar 15. Ruangan gelap



Gambar 16. Wajah menghadap ke samping



Gambar 17. Wajah menghadap keatas

Untuk mendapatkan hasil yang bagus memerlukan pencahayaan yang cukup. Dengan pencahayaan yang cukup pendeteksian akan berjalan dengan baik. Pengetesan hasil berada pada ruangan tertutup sehingga membutuhkan bantuan dari lampu kamera untuk menghasilkan pencahayaan yang cukup.

5. KESIMPULAN

Dari yang sudah penelitian ini lakukan. Dapat disimpulkan pendeteksian citra wajah menggunakan feature haar wajah dapat terdeteksi dengan baik. Dengan melatih model menggunakan 20 iterasi dan dengan total data train sebanyak 200 citra menghasilkan hasil train dengan tingkat akurasi sebesar 100%. Setelah itu dengan data test sebanyak 114 dapat menghasilkan akurasi sebesar 95,6%. Dengan tingkatan setinggi itu program dapat mendeteksi wajah dengan cukup baik dan menghasilkan *bounding box* pada area wajah dengan baik dibandingkan dari penelitian terdahulu yang sudah pernah dibahas sebelumnya menggunakan metode yang sama yaitu *haar cascade classifier* masih memiliki hasil yang kurang baik seperti hanya dapat mendeteksi wajah yang menghadap lurus kedepan. Penelitian ini menghasilkan pengembangan dengan dapat mendeteksi wajah yang menghadap kesamping kanan kiri maupun atas dan bawah dengan sangat baik. Dengan demikian dapat dikembangkan sistem pendeteksian wajah yang lebih baik sehingga penggunaan pendeteksian wajah akan menjadi lebih luas seperti sistem verifikasi dan keamanan dengan pendeteksian wajah.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan untuk dosen pembimbing yang selalu membimbing saya, orang tua yang selalu mendoakan saya dan juga teman-teman yang selalu mendukung saya.

REFERENSI

- [1] Arhandi, P. P., Rosiani, U. D., Prasetyawati, A., & Choirina, P. (2018). Sistem Pengenalan Wajah Untuk Keamanan Folder Menggunakan Metode Triangle Face. *Jurnal Informatika Polinema*, 4(4), 268. <https://doi.org/10.33795/jip.v4i4.218>
- [2] Yulianti, D. R., Triastomoro, I. I., & Sa'idah, S. (2022). identifikasi pengenalan wajah untuk sistem presensi menggunakan metode knn (k-nearest neighbor). *Jurnal Tekinkom (Teknik Informasi dan Komputer)*, 5(1), 1-10.
- [3] Arsal, M., Wardijono, B. A., & Anggraini, D. (2020). Face Recognition Untuk Akses Pegawai Bank Menggunakan Deep Learning Dengan Metode CNN. *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf*, 6(1), 55-63.

-
- [4] Dawari, A. (2022). All About Adaboost. Retrieved from <https://pub.towardsai.net/all-about-adaboost-ba232b5521e9>
 - [5] Fabien, M. (2019). A full guide to face detection. Retrieved from <https://maelfabien.github.io/tutorials/face-detection/>
 - [6] Hashim, S., & Mccullagh, P. (2023). Face detection by using Haar Cascade Classifier. Wasit Journal of Computer and Mathematics Science, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.31185/wjcm.109>
 - [7] Waworundeng, J., & Suwu, R. R. I. (2023). Implement tion of Face Recognition in People Monitoring Access In-and-Out of Crystal Dormitory Universitas Klabat. CogITo Smart Journal, 9(1), 156–170. <https://doi.org/10.31154/cogito.v9i1.500.156-170>.
 - [8] Vera Wati, Yuliana, Nisrina Yulia Setyowati, & Mudawil Qulub. (2023). DETEKSI WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA VIOLA JONES BERBASIS ANDROID. TEKNIMEDIA: Teknologi Informasi Dan Multimedia, 4(1), 30–37. <https://doi.org/10.46764/teknimedia.v4i1.92>.
 - [9] Hidayattullah, M. F., Hapsari, Y., Humam, M., & Nishom, M. (2022). Automatic Face Mask Detector menggunakan Algoritma Viola and Jones. Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT, 7(1), 32–36. <https://doi.org/10.30591/jpit.v7i1.3563>.
 - [10] Jamal Rosid. (2022). Face Recognition Dengan Metode Haar Cascade dan Facenet. Indonesian Journal of Data and Science, 3(1). <https://doi.org/10.56705/ijodas.v3i1.38>
 - [11] Fadlil, A., Prayogi, D., Dahlan, A., & Penulis Korespondensi, Y. (2022). Sistem Pengenalan Wajah pada Keamanan Ruangan Berbasis Convolutional Neural Network. Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI, 6(2), 636–647.
 - [12] Septian, K. D., Ismail, S. J. I., & Sularsa, A. (2019). Prototipe Sistem Keamanan Face Recognition Berbasis Principal Component Analisis (PCA). eProceedings of Applied Science, 5(2).
 - [13] Sulistiyanti, S. R., Setyawan, A., Komarudin, M.(2016). Pengolahan Citra Digital Dasar dan Contoh Penerapannya.Yogyakarta. Teknosain.
 - [14] Sunardi, S., Fadlil, A., & Prayogi, D. (2022). Sistem Pengenalan Wajah pada Keamanan Ruangan Berbasis Convolutional Neural Network. J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika), 6(2), 636-647.
 - [15] Will Berger. (2018). Deep Learning Haar Cascade Explained. Retrieved from <http://www.willberger.org/cascade-haar-explained/>
 - [16] Wisesa Lintang.OpenCV Face Recognition Berbasis Algoritma Haar Cascade. 2019. <https://medium.com/purwadhikaconnect/opencv-face-recognition-berbasis-algoritma-haar-cascade-1a5e23d9e8cb>.