

FACE DETECTION PADA GAMBAR DENGAN MENGGUNAKAN OPENCV HAAR CASCADE

Ibnu Akil

Sistem Informasi
Universitas Bina Sarana Informatika
<https://www.bsi.ac.id>
Ibnu.ial@bsi.ac.id



Abstract— *OpenCV has more than 2500 optimized algorithms, which includes a comprehensive set of both classic and state-of-the-art computer vision and machine learning algorithms. It has been proven by software companies, that is why the researcher will use it for face detection application with Java programming language. The purpose of this paper is trying to implement machine learning library OpenCV with Haarcascade algorithm to detect face from an image which have five variations, which are; viewpoint variations, illumination variations, facial expression, and occlusions. Haar cascade is proven have drawback in detecting such image, but this can be fixed by optimizing the false negative model.*

Keywords: *opencv, haarcascade, face detection.*

Abstrak— OpenCV memiliki lebih dari 2500 algoritma yang sudah dioptimisasi untuk digunakan dalam computer vision dan pembelajaran mesin. Karena keberhasilannya yang sudah dibuktikan oleh banyak perusahaan perangkat lunak, maka peneliti akan menggunakannya untuk aplikasi face detection dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. Tujuan dari artikel ini adalah untuk mencoba menerapkan *library* pembelajaran mesin OpenCV algoritma Haar cascade untuk mendeteksi wajah pada sebuah gambar dengan lima macam variasi yaitu; *viewpoint variations, illumination variations, facial expression, dan occlusions*. Haar cascade telah terbukti memiliki keterbatasan dalam mendeteksi wajah dengan lima macam variasi tersebut, namun dapat diperbaiki dengan mengoptimasi model false negative.

Kata kunci: opencv, haarcascade, deteksi wajah.

PENDAHULUAN

Komputer vision adalah cabang dari komputer sains yang fokus pada memungkinkan komputer untuk menangani citra. Sedangkan menurut Mishra komputer vision adalah topik pembelajaran yang menunjuk pada bagaimana menciptakan teknik-teknik agar komputer dapat melihat dan menginterpretasikan isi dari gambar digital seperti photo dan video (Shubham Mishra et al., 2022).

OpenCV adalah singkatan dari Open-Source Computer Vision Library. Selain digunakan untuk mendeteksi wajah OpenCV juga dapat diterapkan pada aplikasi computer vision lainnya seperti mengidentifikasi objek, melacak pergerakan

camera atau Gerakan manusia, melacak objek yang bergerak, mencari gambar dalam database, dan lain-lain (OpenCV.org, 2023).

Face detection (deteksi wajah) adalah mengidentifikasi wajah pada sebuah gambar atau video. Face detection berbeda dengan face recognition (pengenalan wajah) dimana pengenalan wajah lebih advance dari deteksi wajah. Pengenalan wajah selain mendeteksi wajah tapi juga mengenali orang pemilik wajah tersebut (NEC, 2022). Deteksi wajah adalah subset dari pemrosesan gambar atau citra. Pemrosesan citra adalah utamanya sebuah teknik untuk mengompresi, memperbaiki, atau mengekstrak

informasi berharga dari suatu gambar (TH. Hasan & Bibo Sallow, 2021).

Metode atau algoritma haar cascade termasuk metode tertua yang paling banyak dipakai sampai sekarang. Meskipun banyak algoritma lain yang berkembang haar cascade dianggap masih relevan dan mampu mendeteksi wajah dengan baik (Lia Farokhah, 2021). Haar cascade adalah salah satu metode *face-detection* yang cukup tua, namun termasuk algoritma yang masih handal yang pernah ditemukan, sebelum metode *deep learning* menjadi terkenal (Behera, 2020).

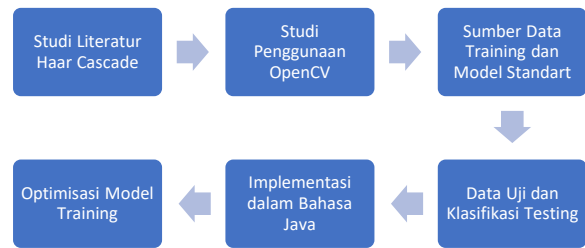
Dalam riset sebelumnya yang dilakukan oleh Yulina dalam artikelnya dengan judul "Penerapan Haar Cascade Classifier dalam Mendeteksi Wajah dan Transformasi Citra Grayscale menggunakan OpenCV" menemukan bahwa haar cascade memiliki keakuratan 100% untuk mendeteksi wajah frontal face (hadap muka) (Yulina, 2021), sementara Jaiswal mengatakan bahwa haar cascade memiliki beberapa keterbatasan diantaranya; mendeteksi false-positive sangat tinggi, kurang akurat dibandingkan dengan teknik berbasis *deep learning*, paramater harus disesuaikan secara manual, melakukan training haar cascade pada objek tidaklah mudah. Namun demikian kelebihan dari haar cascade adalah hanya membutuhkan sedikit kemampuan komputasi dan mudah untuk diimplementasikan (Jaiswal, 2022).

Baik dari riset Yulina maupun Jaiswal belum menerapkan OpenCv dan algoritma haar cascade-nya dalam kasus gambar wajah dengan lima macam variasi yaitu; *viewpoint variations, illumination variations, facial expression, dan occlusions*. Tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana menguji OpenCV-haar cascade pada kasus gambar dengan lima macam variasi tersebut.

BAHAN DAN METODE

A. Rancangan Penelitian

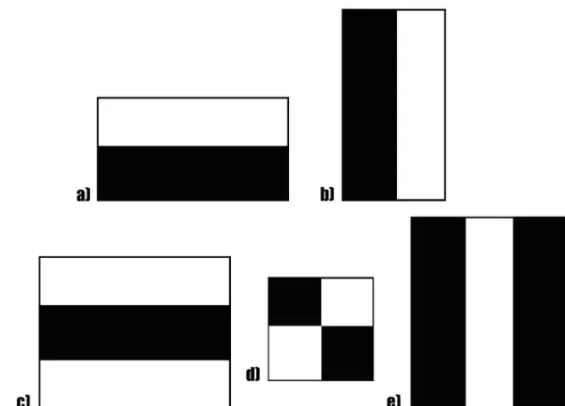
Tahapan roadmap penelitian ini dimulai dari: memahami konsep dan cara kerja haar cascade, kemudian penggunaan library OpenCV, implementasi dalam bahasa Java, evaluasi, dan optimisasi. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 2 berikut:



Sumber: hasil penelitian
Gambar 2 Roadmap Penelitian

B. Studi Literatur Haar Cascade

Haar cascade dipopulerkan oleh Viola dan Jones dalam papernya *Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Feature* pada tahun 2001 (Viola & Jones, 2001). Viola mengklaim bahwa metode ini jauh lebih cepat untuk mendeteksi wajah dibanding dengan pendekatan lain. Beroperasi pada gambar 384 x 288 pixel dengan warna *greyscale*, wajah terdeteksi 15 *frames per second* pada komputer Intel Pentium III. Ada tiga kontributor yang mempengaruhi metode haar cascade yang dikemukakan Viola dan James dalam papernya, yaitu:



Sumber: (Behera, 2020)

Gambar 1 Haar Features

- 1) **Integral Image**, yaitu representasi gambar yang membuat evaluasi fitur menjadi sangat cepat. Termotivasi dari hasil penelitian Papageorgiou et al. dimana sistem mereka tidak bekerja secara langsung pada intensitas gambar. haar cascade bekerja dengan mengklasifikasi gambar berdasarkan fitur yang sederhana. Cara ini lebih dibanding menganalisa pixel keseluruhan. Ada tiga macam fitur-fitur yang digunakan, yang pertama **two-rectangle features** adalah nilai

perbedaan dari penjumlahan pixel-pixel yang berada di dalam area dua kotak. Area-area tersebut memiliki ukuran dan bentuk yang sama dan berdekatan baik secara vertikal atau horisontal lihat gambar 1 (point A dan B). Kemudian fitur yang kedua adalah **three-rectangle features** yang menghitung jumlah di dalam dua kotak terluar dikurangi jumlah dari kotak yang tengah (point C dan E). Dan yang terakhir adalah **four-rectangle features** menghitung perbedaan diantara pasangan kotak-kotak yang diagonal (point d). Fitur-fitur dari rectangle dapat dihitung secara cepat menggunakan representasi menengah untuk gambar yang disebut *integral image*.

- 2) **AdaBoost**, Metode untuk membangun pengklasifikasi dengan memilih sebagian kecil fitur yang penting. Di dalam sebuah sub-window dari gambar manapun, jumlah fitur dari haar-like itu sangat besar, jauh lebih besar dari jumlah pixel-pixel. Untuk memastikan proses klasifikasi yang cepat, proses pembelajaran harus mengeluarkan mayoritas dari fitur-fitur yang ada, dan fokus pada porsi kecil dari fitur yang penting. AdaBoost menggunakan *weak classifier* untuk menciptakan *strong classifier* (Mittal, 2020).
- 3) Metode untuk mengkombinasikan keberhasilan pengklasifikasi yang lebih kompleks di dalam struktur cascade yang secara dramatis meningkatkan kecepatan detector dengan memfokuskan perhatian pada bagian yang tepat dari gambar.

C. Studi Penggunaan OpenCV

Library OpenCV bersifat open-source, karena itu mudah didapatkan di dalam situsnya <https://opencv.org/>. OpenCV berisi modul-modul algoritma yang banyak digunakan di dalam computer vision, tidak kurang dari 2500 algoritma yang sudah dioptimalkan. Diantaranya adalah mendeteksi wajah, mengenali wajah, mengidentifikasi objek, melacak objek di camera, mengeluarkan model 3D dari objek, dan lain-lain.

Berdasarkan hasil riset sebelumnya oleh Pavanreddy, OpenCV lebih akurat dari CNN (Convolutional Neural Network) (PavanreddyA & Senthil Kumar R, 2022). OpenCV dapat diimplementasikan diberbagai bahasa pemrograman, diantaranya, C++, Java dan Python.

D. Sumber Data Training dan Model Standart

Data yang digunakan disini ada dua macam yaitu berupa berupa pre trained model standart yang berformat xml yang sudah disertakan oleh OpenCV pada saat instalasi, dan file-file gambar wajah yang didapatkan dari www.kaggle.com yang merupakan dataset dari hasil riset Atul Anand (Anand, 2020).

E. Data Uji dan Klasifikasi Testing

Adapun data gambar uji yang akan dicobakan diambil secara acak dari google dengan mempertimbangkan tantangan kesulitan yang disesuaikan dengan tantangan umum penelitian dibidang klasifikasi gambar menurut Gang Zhang (Zhang & Chen, 2017) yaitu:

Viewpoint variation; yaitu variasi pose dari wajah biasanya ada dua kasus, pertama posisi camera sudah fix namun kepala dari orang tersebut terotasi. Yang kedua adalah kepala orang tersebut sudah fix namun kameranya yang terotasi atau angle yang bermacam-macam. Biar bagaimanapun dari kedua kasus tersebut hasil akhirnya tetap sama. Beberapa contoh dari kedua kasus tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



Sumber: (Alatawi & Mohamed, 2020)

Gambar 3. Wajah dengan Viewpoint Variation

Illumination Variations; ketika sebuah gambar terbentuk faktor-faktor seperti pencahayaan (spectra, distribusi sumber, dan intensitas) dan karakteristik dari camera (sensor, dan lensa) mempengaruhi tampilan dari gambar pada tingkatan tertentu. Dalam mengembangkan sistem face recognition yang tangguh dan efisien, masalah pencahayaan dianggap sebagai salah satu tantangan yang cukup sulit. Contoh kasus ini dapat dilihat digambar 4.



Sumber: (Toderici et al., 2014)
Gambar 4. Wajah dengan Illumination Variations

Facial Expressions; penampakan wajah sangat bervariasi pada saat wajah tersebut menampakan ekspresi. Komponen dari wajah seperti mulut atau mata dapat berubah secara signifikan bergantung kepada emosi yang diekspresikan yang dapat menyebabkan kegagalan dalam sistem face recognition (Toderici et al., 2014). Perhatikan gambar 5 contoh dari ekspresi-ekspresi wajah.



Sumber: (Alatawi & Mohamed, 2020)
Gambar 5. Wajah dengan Facial Expressions

Occlusions; atau halangan pada wajah yang dapat berubah rambut, kacamata, tangan dan atribut lainnya yang menghalangi wajah pada saat pengambilan gambar. perhatikan gambar 6. Juga sangat mempengaruhi sistem face recognition.



Sumber: (Alatawi & Mohamed, 2020)
Gambar 6. Wajah dengan Occlusions

Masalah-masalah atau tantangan-tantangan yang telah disebutkan diatas telah mempengaruhi performance dari; baik face detection terlebih lagi face recognition. Dan sampai saat ini belum ada algoritma yang dapat menanganinya seratus persen.

F. Implementasi dalam Bahasa Java

Pada dasarnya OpenCV dapat diimplementasikan di beberapa bahasa antara lain C++, python dan Java. Dalam hal ini peneliti memilih bahasa Java karena struktur bahasanya yang lebih baik python.

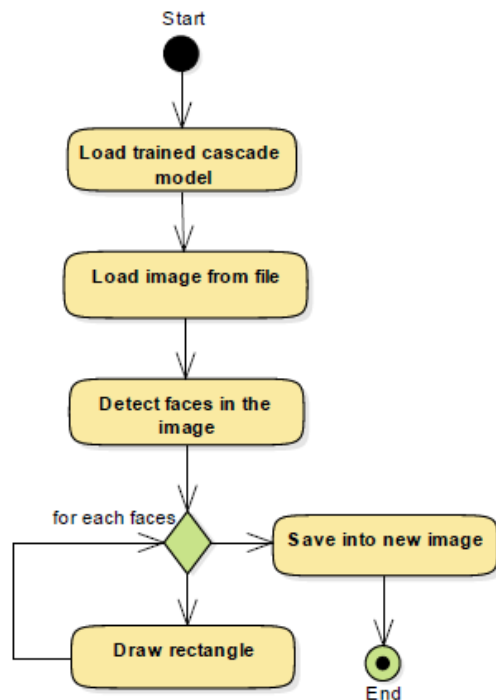
G. Optimisasi Model Training

Pengujian akan dilakukan pertama menggunakan model default yang sudah disertakan oleh OpenCV, kemudian dengan menggunakan model sendiri yang digenerate dari data foto-foto hasil riset Atul Anand. Untuk membuat model training sendiri, menurut Poyrekar langkah-langkahnya adalah: persiapan data sample; kemudian lakukan anotasi data untuk mendapatkan boosted cascade dari weak classifier, berupa gambar-gambar positive dan negative. Gambar positive berisi objek yang akan dideteksi dan gambar negative adalah gambar yang tidak berisi objek; buat sample positive; buat sample negative; lakukan cascade training (Poyrekar, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Flowchart

Aplikasi yang dikembangkan cukup sederhana, karena hanya memfokuskan kepada implementasi dari OpenCV metode Haar cascade. Namun demikian untuk memudahkan pemahaman alur algoritma berikut adalah rancangan flowchart-nya.



Gambar 7. Flowchart System
Sumber: hasil penelitian

Tahapan dari flowchart pada gambar 7 adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem akan melakukan loading model standart dari OpenCV yaitu file haarcascade_frontalface.xml. Model ini dapat langsung digunakan kepada data uji testing tanpa perlu di training terlebih dahulu.
- 2) Kemudian data uji yang berupa gambar wajah pada gambar 3 berupa wajah dengan *viewpoint variation*, kemudian gambar 4 berupa *illumination variations*, kemudian gambar 5 berupa *facial expressions*, dan terakhir gambar 6 berupa *occlusions*.
- 3) Sistem akan mendeteksi wajah yang ada pada setiap gambar.
- 4) Kemudian sistem akan menggambar rectangle pada area yang dideteksi sebagai wajah.
- 5) Jika semua wajah yang ada pada gambar sudah dibuatkan rectangle maka file gambar akan disimpan dengan nama file yang berbeda.

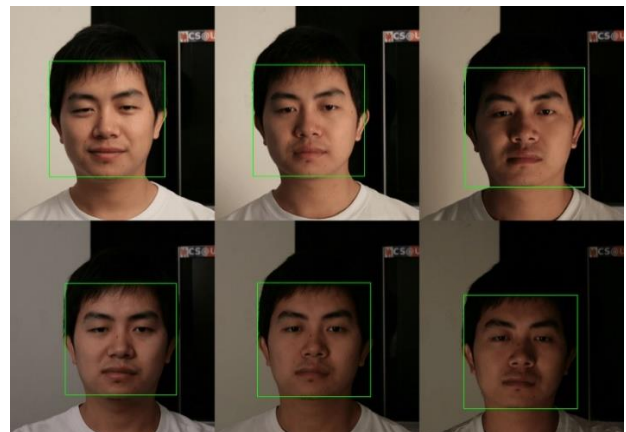
B. Hasil dan Analisa

Berikut akan peneliti uraikan dengan menggunakan model training default untuk face detection dari OpenCV file haarcascade_frontal_default.xml. Hasil gambar dengan menguji dari sisi *viewpoint variation* pada gambar 3, tampak seperti gambar 8. Hasil deteksi wajah mencapai 85% dari seluruh wajah yang ada.



Sumber: hasil penelitian
Gambar 8. Hasil Deteksi Wajah dengan Viewpoint Variation (Model Default)

Selanjutnya dicoba dengan gambar 4 dari aspek *illumination variations*. Didapatkan hasil seperti terlihat pada gambar 9. Hasil deteksi mencapai 100%, walaupun ada perbedaan pencahayaan.



Sumber: hasil penelitian
Gambar 9. Hasil Deteksi Wajah dengan Illumination Variations (Model Default)

Selanjutnya diuji-cobakan pada gambar 5 dari aspek *facial expressions*. Perhatikan gambar 10. Dimana bisa dilihat seluruh wajah telah terdeteksi dengan baik meskipun dengan adanya deformasi dari bentuk mata ataupun mulut.



Sumber: hasil penelitian

Gambar 10. Hasil Deteksi Wajah dengan Facial Expressions (Model Default)

Selanjutnya menilai dari hasil deteksi wajah dengan *occlusion* pada gambar 6 dapat dilihat hasilnya pada gambar 11 berikut.



Sumber: hasil penelitian

Gambar 11. Hasil Deteksi Wajah dengan Occlusions

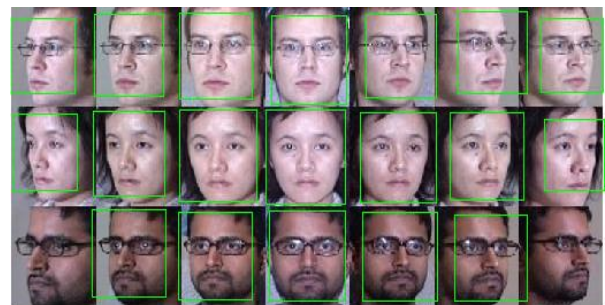
Disini ada 6 wajah yang tidak terdeteksi dari 12 wajah (akurasi 50%), dimana wajah yang tidak terdeteksi tertutup sebagian dan juga ada 2 wajah dengan posisi yang terotasi (menghadap samping) nomor 1 dari kiri dan nomor 4. Sudah jelas bahwa salah satu fitur haar cascade tidak berhasil pada kedua wajah tersebut.

C. Evaluasi Model

Untuk memperbaiki hasil deteksi pada gambar 8 dan gambar 11 (gambar dengan *viewpoint variation* dan *occlusions*), akan dicoba dengan model haar cascade yang digenerate berdasarkan

file-file gambar hasil riset Atul Anand. Langkah-langkah dari perbaikan model adalah sebagai berikut:

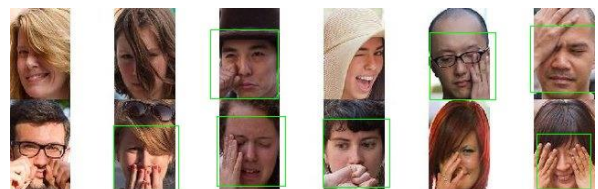
- 1) Menyiapkan sample positive yaitu gambar-gambar wajah, dan sample negative yaitu gambar-gambar selain wajah, dan gambar-gambar yang cenderung menutupi wajah (rambut, topi, dan tangan).
- 2) Melakukan training dengan data yang baru dan disimpan ke dalam file `haarcascade_frontalface_alternatif.xml`



Sumber: hasil penelitian

Gambar 12. Hasil Deteksi Viewpoint Variation (Model Alternatif)

Dapat dilihat pada gambar 12 hasil deteksi wajah kini mencapai 90%, sedangkan untuk *occlusions* hasil deteksi wajah mencapai 58%. Wajah tersebut hanya terlihat sebagian saja namun karena disertai dengan rotasi maka menjadi tidak terdeteksi. Namun demikian sudah tampak perbaikan hasil deteksi dari model default sebelumnya.



Sumber: hasil penelitian

Gambar 13. Hasil Deteksi Occlusions (Model Alternatif)

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan di atas didapatkan beberapa point penting yaitu:

- 1) Fitur haar cascade standart pada dasarnya sudah cukup baik dalam mendeteksi wajah hanya saja untuk wajah yang berupa

viewpoint variations akurasi hanya mencapai 90%.

- 2) Sedangkan untuk gambar wajah dengan *occlusions* lebih sulit dideteksi, untuk memperbaikinya dapat menggunakan lebih banyak sample negative seperti rambut, topi, tangan dan benda-benda yang mungkin digunakan untuk menutupi wajah.

Jadi dapat dikatakan bahwa kekuatan dari haar cascade ini adalah terletak pada modelnya yaitu semakin banyak sample negative akan semakin akurat, sedangkan sample positive harus lebih kecil dari sample negative. Selain itu dari sisi performance haar cascade cukup cepat diproses dengan komputer berbasis Intel Core i5 dan RAM 8 GB.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatawi, I. M., & Mohamed, N. E. (2020). Face Recognition System Approach Based on Neural Networks and Discrete Wavelet Transform. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 9(9), 1–21. <https://doi.org/10.47760/ijcsmc.2020.v09i09.001>
- Anand, A. (2020). *LFW - People (Face Recognition)*. www.kaggle.com. <https://www.kaggle.com/datasets/atulanan/djha/lfwpeople>
- Behera, G. S. (2020). *Face Detection with Haar Cascade*. [Towardsdatascience.Com](https://towardsdatascience.com). <https://towardsdatascience.com/face-detection-with-haar-cascade-727f68dafd08>
- Jaiswal, A. (2022). *Object Detection Using Haar Cascade: OpenCV*. www.analyticsvidhya.com. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2022/04/object-detection-using-haar-cascade-opencv/>
- Lia Farokhah. (2021). Perbandingan Metode Deteksi Wajah Menggunakan OpenCV Haar Cascade, OpenCV Single Shot Multibox Detector (SSD) dan DLib CNN. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(3), 609–614. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i3.3125>
- Mittal, A. (2020). *Haar Cascades, Explained*. [Medium.Com](https://medium.com). <https://medium.com/analytics-vidhya/haar-cascades-explained-38210e57970d>
- NEC. (2022). *Face Detection vs Facial Recognition – what's the difference?* Nec Publication & Media. <https://www.nec.co.nz/market-leadership/publications-media/face-detection-vs-facial-recognition-whats-the-difference/>
- OpenCV.org. (2023). *About OpenCV*. <https://opencv.org/about/>
- PavanreddyA, & Senthil Kumar R. (2022). *Human Emotions Recognition Using Softmax Classifier and Predict the Error Level Using OpenCV Library. 0*. <https://doi.org/10.3233/apc220090>
- Poyrekar, S. (2022). *Train a custom dataset for object detection using Haar Cascade in Windows*. [Medium.Com](https://medium.com). <https://medium.com/@mumbaiyachori/train-a-custom-dataset-for-object-detection-using-haar-cascade-in-windows-f1504e9641c0>
- Shubham Mishra, Mrs. Versha Verma, Dr. Nikhat Akhtar, Shivam Chaturvedi, & Dr. Yusuf Perwej. (2022). An Intelligent Motion Detection Using OpenCV. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology, March*, 51–63. <https://doi.org/10.32628/ijsrset22925>
- TH. Hasan, R., & Bibo Sallow, A. (2021). Face Detection and Recognition Using OpenCV. *Journal of Soft Computing and Data Mining*, 2(2). <https://doi.org/10.30880/jscdm.2021.02.02.008>
- Toderici, G., Evangelopoulos, G., Fang, T., Theoharis, T., & Kakadiaris, I. A. (2014). UHDB11 database for 3D-2D face recognition. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8333 LNCS(February 2014), 73–86. https://doi.org/10.1007/978-3-642-53842-1_7
- Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. *Accepted Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 2001*.
- Yulina, S. (2021). Penerapan Haar Cascade Classifier dalam Mendeteksi Wajah dan Transformasi Citra Grayscale Menggunakan OpenCV. *Jurnal Politeknik Caltex Riau*, 7(1), 100–109.
- Zhang, G., & Chen, J. (2017). *Advances in Video Face Recognition*.