

Sistem Deteksi Masker Menggunakan Algoritma Haar Cascade dalam Menghadapi Era New Normal

Mask Detection System Using Haar Cascade Algorithm in Facing the New Normal Era

Rudi Suhirja^{1*}
Jemakmun²

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Darma, Sumatra Selatan, Indonesia
¹rudisuhirja@gmail.com, ²jemakmun@binadarma.ac.id

***Penulis Korespondensi:**
Rudi Suhirja
rudisuhirja@gmail.com

Riwayat Artikel:

Diterima : 5 Agustus 2022
Direview : 9 Agustus 2022
Disetujui : 19 Agustus 2022
Terbit : 8 Desember 2022

Abstrak

Wabah covid-19 itu berasal dari sekelompok kasus pneumonia manusia di kota Wuhan, China, pada akhir Desember 2019. Covid-19 telah menjadi wabah di negara Indonesia sejak Maret 2020. Tidak hanya di negara kita, penyebaran virus covid-19 juga telah mempengaruhi setiap negara di dunia. Oleh karena itu saat ini berbagai tempat telah menerapkan aturan khusus untuk mematuhi protokol kesehatan. Salah satunya adalah pemerintahan gubernur (pub) 2020, di mana seluruh Sumatera bagian selatan harus mengikuti protokol kesehatan dengan memakai masker. Program sistem deteksi masker ini merupakan cara untuk mengatasi kesadaran masyarakat, khususnya mahasiswa di Universitas Bina Darma, bahwa betapa pentingnya penggunaan masker saat ini. Dengan memanfaatkan kecerdasan buatan penulis membuat sistem untuk mendeteksi masker. Dalam menulis program ini, penulis menggunakan python dan menggunakan algoritma haar cascade. Algoritma haar cascade ini merupakan gagasan dari Paul Viola dan Michael Jones di tahun 2001, mereka mempresentasikan sebuah makalah yang disebut "Deteksi Objek Cepat Menggunakan Perangkat Tambahan Sederhana". Dari percobaan menggunakan metode haar cascade, sistem dapat mendeteksi orang yang memakai masker dan tidak memakai masker. Pengujian ini melibatkan gambar dan video secara real-time menggunakan bounding box.

Kata Kunci: Kecerdasan buatan, Covid-19, Haar Cascade, Deteksi Masker, OpenCV

Abstract

The covid-19 outbreak originated from a cluster of human pneumonia cases in the Chinese city of Wuhan in late December 2019. Covid-19 has been an outbreak in Indonesia since March 2020. Not only in our country, but the spread of the covid-19 virus has also affected every country in the world. Therefore, currently, various places have implemented special rules to comply with health protocols. One of them is the 2020 governor's (pub) government, where all southern Sumatra must follow health protocols by wearing masks. This mask detection system program is a way to overcome public awareness, especially among students at Bina Darma University, that how important the use of masks is today. By utilizing artificial intelligence the author created a system to detect masks. In writing this program, the author used python and used the haar cascade algorithm. This haar cascade algorithm was the brainchild of Paul Viola and Michael Jones in 2001, they presented a paper called "Fast Object Detection Using Simple Enhancements". From experiments using the haar cascade method, the system can detect people who wear masks and do not wear masks. This test involves images and videos in real-time using bounding boxes.

Keywords: Artificial Intelligence, Covid-19, Haar Cascade, Mask Detection, OpenCV

1. Pendahuluan

Selama pandemi COVID-19, banyak orang yang terkena penyakit yang disebabkan oleh penyebaran virus corona. Selain berdampak pada kesehatan, wabah ini juga berdampak pada perekonomian masyarakat dan juga berdampak pada pendidikan. Oleh karena itu, berbagai tempat telah menerapkan regulasi untuk mematuhi protokol kesehatan. Saat ini dunia berada di *era digital*. Dimana setiap pekerjaan manusia berkaitan dengan teknologi, salah satunya di bidang kesehatan yang menerapkan teknologi *Computer Vision*. *Computer Vision* merupakan salah satu cabang pengembangan dari Ilmu Kecerdasan Buatan [1]. Kecerdasan buatan adalah beberapa teknologi paling menarik dan kontroversial di dunia moderen. Banyak yang takut dengan konsekuensinya. Oleh karena itu, penulis menggunakan teknologi *Computer Vision* untuk merancang sistem deteksi masker.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan open CV dalam Bahasa python. Open CV sebagai *library* tambahan seperti fungsi dari *library algoritme Haar Cascade Classifier* dan *numpy* dalam mengelola program sistem. Open CV juga telah banyak membantu pengelolaan citra atau gambar dan proses-proses lain yang berhubungan dengan objek [2]. Jadi *computer vision* itu merupakan bidang yang memungkinkan komputer atau sistem untuk memperoleh informasi dari gambar digital, video, dan input visual lainnya.

Sistem deteksi masker ini merupakan teknologi dari *Artificial Integilince* (AI) dan *Computer Vision* yang akan dirancang menggunakan bahasa python dengan algoritma haar cascade dalam mengidentifikasi objek wajah, metode ini merupakan salah satu model *Machine Learning* yang sering digunakan sebagai pengklasifikasi dalam sebuah gambar. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data wajah mahasiswa *Bina Darma University* yang memakai masker dan tidak menggunakan masker. Desain Sistem Deteksi Masker ini akan diimplementasikan secara *real-time* menggunakan *webcam* dari laptop [3]. Metode ini digunakan untuk mengenali area yang ada di wajah manusia menggunakan Open CV, Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk memungkinkan komputer menganalisis gambar dan menerjemahkan informasi dari gambar ke dalam perintah tertentu [4]. Kecerdasan buatan adalah contoh dari kepintaran yang dipunyai manusia lalu dibuat didalam mesin dan diprogram agar bisa berkerja seperti mirip manusia. *Artificial Inteligence* merupakan teknologi yang juga membutuhkan data untuk dibuat pengetahuan, sama seperti manusia. Program kecerdasan buatan dapat ditulis dengan berbagai macam Bahasa komputer, baik dalam Bahasa python, Bahasa C, C+, Pascal, Basic, Bahasa pemrogram lainnya [5].

Penelitian yang berhubungan dengan bidang ilmu Aritifical Inteligent seperti penelitian yang dilakukan oleh Suhepy Abidin pada tahun 2018. Isi dari penelitian ini tentang “ Deteksi Wajah Menggunakan Metode *Haar Cascade Classifier* Berbasis *Webcam* pada *Matlab*”. Penelitian ini bermaksud untuk melihatkan hasil algoritma *Haar Cascade Classifier* kedalam sebuah sistem deteksi wajah dengan menggunakan aplikasi MATLAB R2017a [6], namun penelitian ini berfokus dengan klasifikasi wajah menggunakan aplikasi Matlab saja sedangkan penelitian yang dilakukan oleh penulis menggunakan aplikasi ANACONDA. Penelitian tentang deteksi masker juga dilakukan oleh Ivan Hartono, Agustinus Noertjahyana dan Leo Willyanto Santoso melakukan penelitian berjudul “Deteksi Masker Wajah dengan Metode Convolutional Neural Network”. Penelitian ini menggunakan modul SSD ResNet bisa menghasilkan hasil performa yang bagus [7]. Ada juga tentang pendeteksian masker pada pengemudi yang dilakukan oleh Alief Wikarta, M Khoirul Effendi, Agus Sigit Pramono [8]. Ada penelitian yang membahas metode Haar Cascade yang dilakukan oleh Rastri Prathivi dan Yunita Kurniawati 2020 membuat penelitian yang berjudul “Sistem Presensi kelas Menggunakan Pengenalan Wajah dengan Metode Haar Cascade Classifier”. Pada penelitian ini menghasilkan sistem yang mempermudah dalam memantau kehadiran seluruh siswa kelas secara akurat dan efisien [9]. Oleh karena itu, peneliti merancang **Sistem Deteksi Masker Menggunakan Algoritma Haar Cascade Dalam Menghadapi Era New Normal**, Peneliti akan menampilkan *output* dari sistem deteksi wajah dengan masker dan tanpa masker dengan *bounding*

box. Selain itu peneliti juga akan mendeteksi masker akurat atau tidak jika wajah bagian mulut ditutup dengan benda.

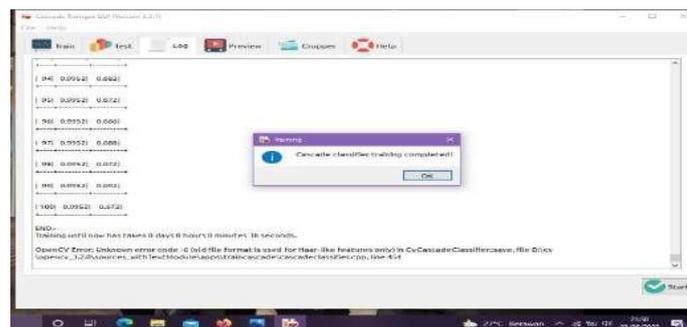
2. Metode Penelitian Pengumpulan Data

Ada tiga cara untuk mengumpulkan data yaitu : mengekstraksi data (dari internet, riset, survey, dll), mengumpulkan dan membuat dataset sendiri, menggunakan dataset yang telah ada.

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan database yang akan dipakai sebagai data wajah user. Data yang dikumpulkan merupakan data yang berbeda-beda lalu dipisahkan menjadi dua folder, satu folder data gambar menggunakan masker dan satunya data gambar tidak memakai masker. Oleh karena itu untuk penelitian ini, penulis menggunakan dataset sendiri dari hasil *capture* sebuah kamera *handphone*, dataset yang dibuat adalah dataset dari wajah mahasiswa Universitas Bina Darma Prodi Teknik Informatika. Mengingat bahwa sekarang masih sedang mengalami pandemi dan untuk mengurangi penularan virus Corona (COVID-19). Universitas Bina Darma Palembang melakukan pembelajaran daring. Maka Penulis juga mengumpulkan data sebuah gambar secara online melalui akun media sosial seperti melalui chat untuk meminta foto wajah memakai masker dan tidak memakai masker yang menghadap kamera depan dengan jarak 40cm.

Training Data

Training data Bagian dari kumpulan data yang dilatih untuk membuat prediksi atau menjalankan fungsi algoritme supaya memberikan instruksi melalui algoritme, sehingga mesin yang Andalatih dapat secara mandiri menemukan koneksi dan mempelajari pola dari data yang Anda berikan.



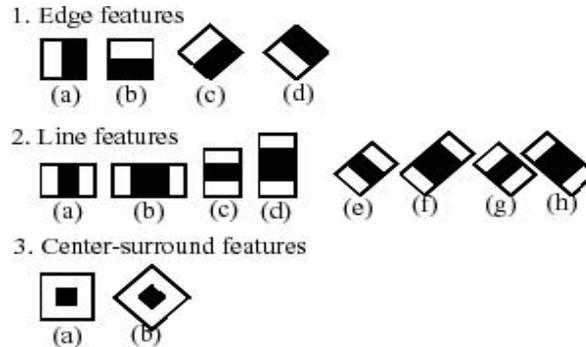
Gambar 1. Hasil train

Pada saat training data, dari seluruh gambar yang sudah dikumpulkan akan dipelajari dengan cara memakai algoritma Haar Cascade dan akan menghasilkan hasil training bisa digunakan atau terjadinya *error*.

Menentukan Haar Feature

Kegunaan dari Haar Feature untuk membedakan nilai beda antara hasil-hasil nilai piksel *gray level* ditentukan dengan cara mengurangi rata-rata nilai pada daerah terang. Sebelum himpunan dataset digunakan dalam proses pelatihan, himpunan data mengalami proses augmentasi termasuk flip acak, acak zoom, rotasi acak, meningkatkan kecerahan, dan rentang pergeseran acak [10]. Pelatihan pertama-tama harus dilakukan untuk menghasilkan pohon keputusan, yang disebut pengklasifikasi kaskade, sebagai penentu apakah suatu objek ada di setiap bingkai yang diproses. Fitur Haar digunakan dalam *Computer Vision* untuk mengklasifikasikan intensitas piksel di suatu wilayah dengan cara yang dapat dilacak. Fitur haar direpresentasikan sebagai wilayah persegi panjang dari gambar, dan pengklasifikasi terdiri dari dua atau tiga fitur persegi panjang untuk terus memindai fitur di jendela [11]. Dari kegunaan dapat di simpulkan bahwa Fitur haar adalah fitur persegi yang memberikan petunjuk khusus pada gambar. Ide dari Haar Feature adalah untuk mengenali objek berdasarkan nilai fitur sederhana. Keuntungan dari metode ini adalah perhitungannya sangat cepat

karena hanya jumlah piksel dalam persegi yang penting, bukan nilai setiap piksel pada gambar. Metode ini menggunakan model statistik *classifier* [12][13].



Gambar 2. Fitur haar (Viola & Jones, 2001)

Haar Cascade

Algoritma haar cascade adalah salah satu model pembelajaran mesin yang banyak digunakan sebagai dasar untuk aplikasi deteksi objek gambar atau video [14]. Algoritma ini lahir dari ide Paul Viola dan Michael Jones [15]. Mereka mempresentasikan sebuah makalah yang disebut “Deteksi Objek Cepat Menggunakan Perangkat Tambahan Sederhana”. Cara ini dilakukan agar dapat mempercepat deteksi objek dengan menggabungkan pengklasifikasi kompleks ke dalam *struktur multi-level* yang hanya berfokus pada area gambar di mana Anda memiliki kesempatan. Metode ini memiliki keuntungan sangat cepat karena hanya jumlah piksel dalam kotak yang penting, tidak semua nilai piksel dalam gambar. Metode ini menggunakan model statistik *Classifier* [16].

Deteksi Wajah

Menurut Richard Dharmadi “*Image Detection* Untuk mengklasifikasikan gambar ke dalam kategori tertentu. Lokalisasi gambar adalah pengembangan tugas yang *output* yang dihasilkan bukan lagi kategori atau kelas gambar, umumnya dalam bentuk *bounding box* [17]. Deteksi wajah adalah teknologi komputer yang menentukan lokasi dan ukuran wajah manusia dalam gambar digital [18]. Fitur wajah terdeteksi dan benda-benda lain seperti pohon, bangunan dan tubuh diabaikan dari *citra digital*. Ini dapat dianggap sebagai kasus tertentu deteksi kelas objek, di mana tugasnya adalah menemukan lokasi dan ukuran semua objek digambar yang termasuk dalam kelas tertentu [19]. Seperti mengenali beberapa wajah manusia yang diinputkan atau yang terdeteksi.

Dari pengertian di atas disimpulkan bahwa deteksi Gambar merupakan salah satu teknik kecerdasan buatan atau machine learning yang dapat dengan cepat mengenali gambar. Gambar yang diambil diekstraksi dari wajah setiap gambar, apakah wajah terdeteksi seluruh bagian wajah atau tidak. Jika bagian wajah terdeteksi maka klasifikasi pengenalan seluruh wajah berhasil, tujuan dari penelitian ini untuk mendeteksi wajah orang menggunakan masker dan tidak menggunakan masker.

Saat di *run* fungsi dari pendeteksi masker tidak dikenali, fungsi pengenalan wajah akan dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Saat wajah terdeteksi, gambar dengan kotak berwarna di area wajah akan dikeluarkan. Area wajah bisa terdeteksi semuanya dengan ditandai oleh objek persegi yang ada disekitar wajah, keberhasilan hasil deteksi bergantung pada posisi wajah yang lurus menghadap ke kamera.



Gambar 3. Deteksi Wajah

Deteksi Masker

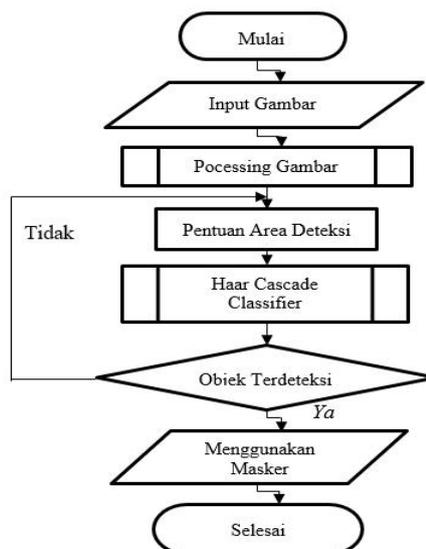
Jika di jalankan masker terdeteksi maka kotak persegi akan muncul berwarna merah, dikarenakan keseluruhan wajah tidak dapat terdeteksi. Maka hasil yang didapat dari deteksi wajah yang menggunakan masker adalah kebalikan dari hasil deteksi wajah.



Gambar 4. Deteksi masker

Deteksi masker menghasilkan hasil deteksi yang akan dirancang pada penelitian ini. foto di atas adalah salah satu hasil perancangan deteksi masker, kecehayaan atau pencerahan cahaya juga menjadi pengaruh akurat tidaknya suatu pendeteksian masker ini.

Flowchart Sistem Deteksi



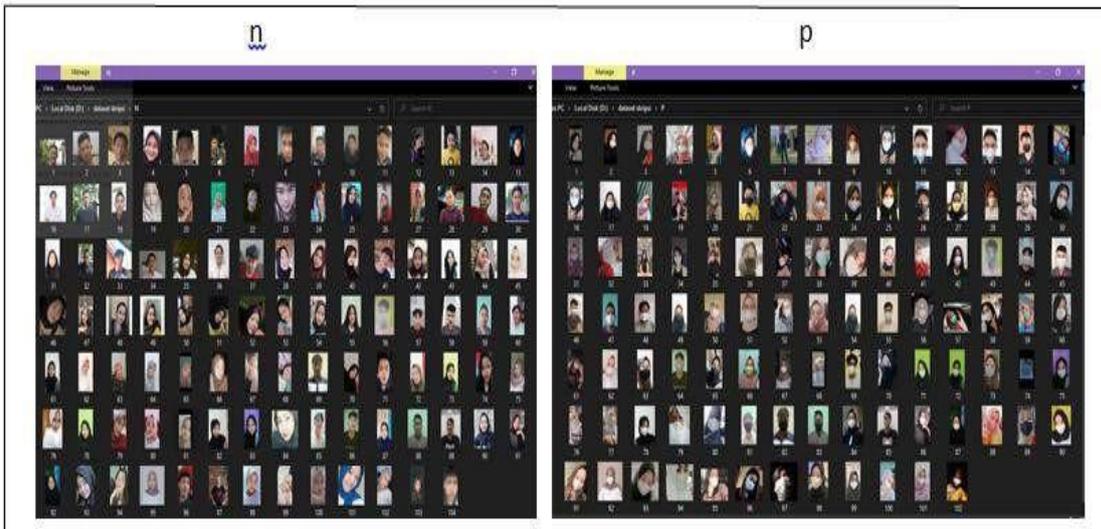
Gambar 5. Flowchart sistem deteksi

Flowchart pada gambar 5 mengartikan struktur jalan Sistem Pendeteksi Masker. Awal jalannya

dimulai dengan start dilanjutkan dengan penginputan gambar secara *real time* dengan posisi wajah lurus menghadap kamera. Lalu citra tersebut dilakukan proses pada gambar untuk menentukan area yang akan dideteksi menggunakan algoritma *Haar cascade classifier*, kemudian dari penentuan area yang akan dideteksi penulis dapat mengetahui hasil Ya atau Tidaknya suatu objek terdeteksi, jika hasilnya Ya maka dilanjutkan dengan hasil objek terdeteksi menggunakan masker, dan jika hasilnya Tidak terdeteksi maka akan dilakukan kembali proses gambar dari penentuan area yang di deteksi.

3. Hasil dan Pembahasan

Dataset



Gambar 6. Dataset

Hasil pada gambar 6 diatas dari pengumpulan dataset untuk penelitian ini. data yang menggunakan masker ditunjukkan dengan folder (p) sebanyak 161 data wajah menggunakan masker, sedangkan dataset yang tidak menggunakan masker dilihatkan pada folder (n) sebanyak 144 data wajah tidak menggunakan masker.

Hardware Testing

Pertama, ketika saya menguji komponen internal laptop, yaitu webcam untuk deteksi waktu nyata, berfungsi dengan baik. untuk pengujian dengan *webcam* laptop acer *Aspire E 14* hasilnya dapat dilihat pada gambar 7.



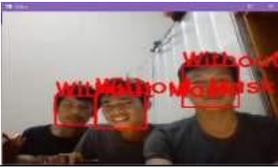
Gambar 7. Camera result

Gambar di atas adalah hasil menjalankan deteksi *real-time* komponen internal laptop yaitu *webcam*, dalam kondisi pemotretan sore hari. Selain hasil uji *webcam*, peneliti juga mencoba secara *real time* dengan dua objek wajah.

Hasil uji coba yang dieksekusi dengan melakukan pengambilan pendeteksian dua wajah dan tiga wajah

secara bersamaan dua objek terdeteksi menggunakan masker dan objek wajah duanya terdeteksi tidak menggunakan masker, sedangkan pengujian dengan tiga wajah juga terdeteksi tidak menggunakan masker. pengujian juga dilakukan menggunakan kamera internal atau kamera laptop.

Tabel 1. Deteksi objek secara bersamaan

Jumlah Objek	Hasil Deteksi
Dua Objek Bermasker	
Dua Objek Tidak Bermasker	
Tiga Objek Tidak Bermasker	

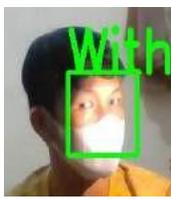
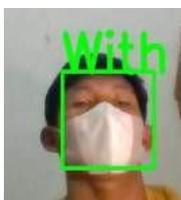
Pengujian Berdasarkan Jarak Dan Sudut

Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu pengujian berdasarkan jarak dan sudut. Jarak dari objek ke kamera laptop adalah antara 20cm dan 150cm seperti yang dillihatkan pada tabel 2 dan 3. Pengujian ini dilakukan dengan 5 variasi posisi sudut objek saat difoto yaitu : (1) Objek tegak lurus dengan kamera. (2) Objek bergeser 45⁰ miring ke kanan. (3) Objek bergeser 45⁰ miring ke kiri. (4) Objek bergeser 45⁰ ke atas. (5) Objek bergeser 45⁰ ke bawah

Tabel 2. Hasil Jarak dan Sudut

Jarak	Sudut	Hasil
20, 100, dan <= 180cm	Tegak lurus	Terdeteksi
20, 100, dan <= 180cm	Miring kanan 45	Terdeteksi
20, 100, dan <= 180cm	Miring kiri 45	Terdeteksi
20, 100, dan <= 180cm	Nunduk 15	Terdeteksi
20, 100, dan <= 180cm	Dongak 15	Terdeteksi
20cm dan >180cm	Tegak lurus	Tidak terdeteksi
20cm dan >180cm	Miring kanan 45	Tidak terdeteksi
20cm dan >180cm	Miring kiri 45	Tidak terdeteksi
20cm dan >180cm	Nunduk 15	Tidak terdeteksi
20cm dan >180cm	Dongak 15	Tidak terdeteksi

Tabel 3. Hasil objek posisi sudut

POSISI OBJEK	TEGAK LURUS	MIRING KANAN	MIRING KIRI	NUNDUK	DONGAK
MENGGUNAKAN MASKER					
TIDAK MENGGUNAKAN MASKER					

Berdasarkan tabel Maka dapat disimpulkan hasil dari sistem pendeteksi masker ini dapat mendeteksi objek bermasker dan tidak bermasker dengan bagus, Berdasarkan jarak dan posisi wajah. Jarak minimum untuk aplikasi pendeteksi topeng ini adalah 20 cm dan jarak maksimum adalah 150 cm. Jika jaraknya melebihi 150 cm, aplikasi tidak akan dapat mendeteksi masker.

Objek Wajah Manusia Dan Hewan

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem pengenalan hanya mengenali objek pada wajah manusia. Peneliti melakukan uji coba dengan empat objek wajah. wajah manusia, wajah anjing, kucing dan tikus yang diambil dari google. Akan tetapi yang terdeteksi hanya objek wajah manusia saja. Peneliti melakukan pendeteksian dengan dua objek bersamaan, objek wajah manusia bersebalahan dengan objek wajah hewan, agar hasilnya dapat dibedakan karena wajah hewan tidak terdeteksi.

Tabel 4. Pendeteksian objek wajah

MANUSIA	ANJING	KUCING	TIKUS
			

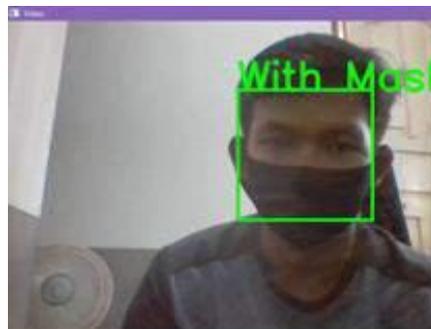
Objek Bermasker

Pengujian dengan macam variasi masker ini akan melihatkan hasil sistem pendeteksi yang mampu mendeteksi jenis masker.



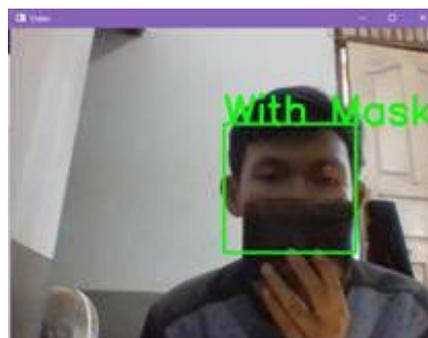
Gambar 8. Ditutup dengan tangan

Pada gambar 8. Dapat dilihat hasil dari sistem pendeteksi yang kita rancang bahwa hasilnya tetap tidak terdeteksi. Pengujian dilanjutkan dengan mencoba objek wajah yang memakai masker scuba, jika system dapat mendeteksi masker jenis scuba berarti dapat disimpulkan bahwa sistem ini sudah pasti bisa mendeteksi jenis masker seperti masker medis.



Gambar 9. Masker scuba

Pendeteksi masker dengan jenis masker scuba mendapatkan hasil deteksi yang akurat bahwa masker terdeteksi. Selain jenis masker penulis juga mencoba pengujian dengan cara menutup bagian mulut dengan benda.



Gambar 10. tutup dengan benda

Pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 11 dapat menyimpulkan bahwa sistem pendeteksi masker ini masih memiliki kekurangan. Ini karena benda mirip masker salah memprediksi pendeteksi masker saat menutupi hidung dan mulut dan dibaca sebagai syarat untuk menggunakan masker. Solusi dari permasalahan ini adalah mencari metode yang lebih baik yang hanya mendeteksi varian masker saja. Setelah melakukan beberapa pengujian peneliti mendapatkan hasil bahwa metode haar cascade ini sangat bagus dan mudah dirancang untuk digunakan dalam hal klasifikasi sebuah objek seperti deteksi masker ini, metode ini dapat mengenali objek bermasker dari sebuah video atau gambar dengan ketentuan daya pancar cahaya. Semakin terang pencahayaan semakin akurat juga hasil yang akan didapatkan, selain itu sistem ini

juga berhasil mendeteksi wajah manusia saja sesuai dengan yang diharapkan.

4. Penutup

Setelah melakukan pengujian pada sistem pendeteksi masker dengan secara *real time*, penulis menyimpulkan bahwa sistem ini dapat berjalan dengan baik menggunakan kamera internal atau kamera laptop. Metode Haar Cascade ini dapat dilakukan dengan cara mentrain data terlebih dahulu. Posisi dan pencahayaan sangat mempengaruhi sistem pendeteksi masker ini, pencahayaan yang terang dan kualitas kamera yang bagus akan mendapatkan hasil yang lebih baik juga. Posisi jarak paling dekat dan paling jauh juga mempengaruhi keakuratan hasil pendeteksian.

Sistem pendeteksi ini mampu mendeteksi masker dan tidak memakai masker dengan minimal jarak 20cm sampai 150cm, berdasarkan pengujian yang dilakukan sistem mampu mendeteksi objek dengan jarak tersebut. Namun pada sistem ini juga banyak memiliki kekurangan seperti objek bermasker yang ditutup dengan benda dapat terdeteksi berdasarkan hasil sama dengan menggunakan masker. Selain itu sistem ini juga tidak mampu untuk menyimpan atau merekam video pendeteksian secara *real time*, dan sistem pendeteksian ini tidak bisa di pantau dari kejauhan untuk melihat orang memakai masker dan tidak menggunakan masker.

5. Referensi

- [1] D. Hadi Prayitna and A. Djajadi, "Perancangan Prototype Deteksi Kelengkapan Atribut Siswa Berbasis Computer Vision," *J. Inov. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 57–69, 2022, doi: 10.51170/jii.v7i1.235.
- [2] M. Iqbal Firdaus, I. Innar Ridho, I. Kalimantan MAB Jl Adhyaksa No, and K. Tangi Banjarmasin, "Aplikasi Pendeteksi Wajah Menggunakan Metode Haar (Application of Face Detection Which Using Haar Method)," *Media Sains*, vol. 9, no. April, pp. 27–31, 2016.
- [3] D. Yusyahnur, "Pengukuran Jarak Kendaraan Dengan Metode Haar Cascade Measurement Of Vehicle Distance With Haar Cascade Method Using Opencv," vol. 9, no. 3, pp. 1145–1158, 2022.
- [4] M. K. Scheuerman, A. Hanna, and E. Denton, "Do Datasets Have Politics? Disciplinary Values in Computer Vision Dataset Development," *Proc. ACM Human-Computer Interact.*, vol. 5, no. CSCW2, p. 2, 2021, doi: 10.1145/3476058.
- [5] Nasri, "Kecerdasan buatan (Artificial Intelligence)," *Artif. Intell.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2014.
- [6] S. Abidin *et al.*, "Deteksi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Berbasis Webcam Pada Matlab," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 2, 2018.
- [7] I. Hartono, A. Noertjahyana, and L. W. Santoso, "Deteksi Masker Wajah dengan Metode Convolutional Neural Network," *J. Infra*, vol. 10, no. 1, 2022.
- [8] K. Menggunakan, K. Artifisial, A. Wikarta, M. K. Effendi, and A. S. Pramono, "Sistem Pendeteksi Masker pada Pengemudi," vol. 7, no. 2, pp. 250–254, 2021.
- [9] R. Prathivi and Y. Kurniawati, "Sistem Presensi Kelas Menggunakan Pengenalan Wajah Dengan Metode Haar Cascade Classifier," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 135–142, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3754.
- [10] T. Karlita, N. A. Choirunisa, R. Asmara, and F. Setyorini, "Cat Breeds Classification Using Compound Model Scaling Convolutional Neural Networks.," *Proc. Int. Conf. Appl. Sci. Technol. Soc. Sci. 2021 (iCAST-SS 2021)*, vol. 647, pp. 909–914, 2022, doi: 10.2991/assehr.k.220301.150.
- [11] D. R. H. putra C Rahmad, R A Asmara, H. D. and I Dharma, and Muhiqqin, "Comparison of Viola-Jones Haar Cascade Classifier and Histogram of Oriented Gradients (HOG) for face detection," *IOP*, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/732/1/012038.
- [12] Y. Ferik, H. Octavianto, and D. H. Wahyu, "Deteksi Wajah Menggunakan Algoritma Viola-Jones".
- [13] A. Priadana and M. Habibi, "Face Detection using Haar Cascades to Filter Selfie Face Image on Instagram Deteksi Perubahan Citra Pada Video Menggunakan Illumination Invariant Change Detection View project Adri Priadana Face Detection using Haar Cascades to Filter Selfie Face Image on," *IEEE*, 2019, doi: 10.1109/ICAIIIT.2019.8834526.

- [14] A. Singh and F. Furtado, "Modified Haar-Cascade Model for Face Detection Issues," *Int. J. Res. Ind. Eng.*, vol. 9, 2020, doi: 10.22105/riej.2020.226857.1129.
- [15] N. M. Hussien, M. Ali, M. Al-Obaidi, and R. A. Abtan, "Comparison of Paul Viola-Michael Jones algorithm and HOG algorithm for Face Detection You may also like Semantic Gap Reduction From Mouth Feature Threshold Value Using Viola Jones Algorithm Aparna Joshi, Vinay Chavan and Parag Kaveri-Smart System for Dete," *ICSSS 2020*, 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1084/1/012014.
- [16] M. Syarif and Wijanarto, "Deteksi Kedipan Mata Dengan Haar Cascade Classifier Dan Contour Untuk Password Login," *Techno.com*, vol. 14, no. 4, pp. 242–249, 2015.
- [17] R. Dharmadi, "CNN: Beyond Image Classification. Di era dimana Deep Learning sudah... | by Richard Dharmadi | Nodeflux | Medium," 2018. <https://medium.com/nodeflux/cnn-beyond-image-classification-3b9b0af021a9> (accessed Jul. 27, 2022).
- [18] N. Heryana, "View of Penerapan Haar Cascade Classification Model Untuk Deteksi Wajah, Hidung, Mulut, dan Mata Menggunakan Algoritma Viola-Jones," *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 2020. <https://journal.ubpkarawang.ac.id/index.php/TeknikInformatikaSistemInfor/article/view/1064/865> (accessed Jul. 28, 2022).
- [19] A. Kumar, A. Kaur, M. Kumar, and · Munish Kumar, "Face detection techniques: a review," *Artif. Intell. Rev.*, 2018, doi: 10.1007/s10462-018-9650-2.