

PENDETEKSIAN PENGGUNAAN MASKER WAJAH DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Bunardi Budiman ¹⁾ Chairisni Lubis ²⁾ Novario Jaya Perdana ³⁾

¹⁾²⁾³⁾ Teknik Informatika Universitas Tarumanagara

Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta

¹⁾ bunardi.535170016@stu.untar.ac.id, ²⁾ charisnil@fti.untar.ac.id, ³⁾ novariojp@fti.untar.ac.id

ABSTRACT

"Face Mask Detection Using the Convolutional Neural Network" is a PC based program that aims to detect and classify human beings whether a person is using a mask or not with access through a webcam camera. This program is created using the Python language with several libraries. The classification of face masks uses the Convolutional Neural Network method with the MobileNetV2 architecture. Meanwhile, human face detection uses the Haarcascade Classifier. How the program works is by accessing the connected camera and if the person detected is wearing a mask, the person will be labeled "using a mask" and given a green box to mark the detection along with the analysis value, whereas if not, it will be labeled "not using a mask" and a red box with also the predicted value. From the test results, it can be proven that the accuracy program is good enough to detect the use of face masks with an average object detection accuracy of 88.53% and the classifier for the use of mask an average of 84.45%.

Key words

Convolutional Neural Network, Face Mask, Haarcascade Class, Python

1. Pendahuluan

Pada masa pandemi seperti saat ini, pemerintah sangat menganjurkan kepada warganya untuk menggunakan masker di tempat umum berdasarkan anjuran dari *World Health Organization* (WHO) untuk mengurangi dampak penyebaran dan penularan dari *COVID-19* atau dikenal juga sebagai *Corona*. Alasan dianjurkan penggunaan masker dikarenakan virus *COVID-19* atau *Corona* dapat menyebar oleh orang yang positif tertular *COVID-19* melalui kontak langsung yang salah satunya melalui udara. Virus ini sangat mematikan sehingga banyak menimbulkan korban jiwa yang menyebabkan seluruh dunia termasuk pemerintah setempat menaruh fokus utama terhadap pandemi *COVID-19*. Dilakukan penelitian ini dikarenakan masih banyak orang yang tidak mengikuti anjuran pemerintah dan WHO untuk menggunakan masker guna mengurangi dampak penyebaran *COVID-19*. [1]

Pendeteksian penggunaan masker wajah dilakukan melalui kamera berupa *webcam* sehingga *input* data pengujian bersifat *real-time*. Dalam rekaman *webcam* tersebut akan terdapat seorang atau beberapa manusia yang wajahnya tertangkap oleh kamera dalam sebuah ruangan. Dari rekaman *webcam* tersebut, akan diuji apakah dalam rekaman *webcam* tersebut orang menggunakan masker wajah atau tidak di wajah mereka untuk melindungi diri dari virus *COVID-19* dengan menggunakan metode *Machine Learning* yang bernama *Convolutional Neural Network* yang akan memproses citra *input* tersebut dengan arsitektur yang dipilih adalah *MobileNetV2*. Pembelajaran yang akan dilakukan untuk mengklasifikasi orang sedang menggunakan masker dan tidak menggunakan masker. [2]

Convolutional Neural Network atau yang biasa disingkat sebagai *CNN* adalah salah satu jenis *neural network* yang merupakan pengembangan dari *Multilayer Perceptron* yang biasa digunakan untuk mendeteksi dan mengenali objek pada data *image*. *Convolutional Neural Network* (*CNN*) sendiri adalah pengembangan dari algoritma *Artificial Neural Network* (*ANN*) yang menerima input berupa gambar. Secara umum, *Convolutional Neural Network* (*CNN*) tidak jauh berbeda dengan metode *neural network* biasanya. *CNN* memanfaatkan proses konvolusi dengan cara menggerakkan sebuah kernel konvolusi (*filter*) berukuran tertentu ke gambar atau citra, komputer mendapatkan informasi representatif baru dari hasil perkalian bagian gambar tersebut dengan *filter* yang digunakan. [3]

MobileNetV2 merupakan salah satu arsitektur dari metodologi *convolutional neural network* atau yang biasa dikenal juga dengan singkatan *CNN* yang dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan akan *computing resource* berlebih atau yang memerlukan komputasi tinggi. Para peneliti dari *Google* membuat arsitektur *CNN* yang dapat digunakan untuk perangkat seperti ponsel. Perbedaan mendasar antara arsitektur *MobileNetV2* dan arsitektur *CNN* pada umumnya adalah penggunaan lapisan atau *convolution layer* dengan ketebalan *filter* yang sesuai dengan ketebalan dari *input image*. *MobileNetV2* membagi konvolusi menjadi *depthwise convolution* dan *pointwise convolution*. Arsitektur *MobileNetV2* dapat dilihat pada **Gambar 1**. [4] Pada bagian *bottleneck*, terdapat input dan output antara model sedangkan lapisan atau *layer* bagian dalam mengenkapsulasi kemampuan model untuk mengubah input

dari konsep tingkat yang lebih rendah contohnya seperti piksel ke deskriptor tingkat yang lebih tinggi. Pada akhirnya, seperti halnya koneksi *residual* pada CNN tradisional, *shortcut* antar *bottlenecks* memungkinkan pelatihan yang lebih cepat dan akurasi yang lebih baik.

Input	Operator	<i>t</i>	<i>c</i>	<i>n</i>	<i>s</i>
$224^2 \times 3$	conv2d	-	32	1	2
$112^2 \times 32$	bottleneck	1	16	1	1
$112^2 \times 16$	bottleneck	6	24	2	2
$56^2 \times 24$	bottleneck	6	32	3	2
$28^2 \times 32$	bottleneck	6	64	4	2
$14^2 \times 64$	bottleneck	6	96	3	1
$14^2 \times 96$	bottleneck	6	160	3	2
$7^2 \times 160$	bottleneck	6	320	1	1
$7^2 \times 320$	conv2d 1x1	-	1280	1	1
$7^2 \times 1280$	avgpool 7x7	-	-	1	-
$1 \times 1 \times 1280$	conv2d 1x1	-	k	-	-

Gambar 1 Arsitektur MobileNetV2.

Sumber: Rizqi Okta Ekoputris,

https://miro.medium.com/max/444/1*gpB2G2JsJ0mk1c_1dGOTLg.png

Untuk pendeteksian wajah manusia menggunakan metode *Haarcascade Viola-Jones*. Metode ini merupakan algoritma tergolong ke dalam metode *Machine Learning* yang biasa digunakan untuk deteksi objek dan mengidentifikasi objek dalam gambar atau video, berdasarkan konsep fitur yang diusulkan oleh Paul Viola dan Michael Jones dalam makalah mereka "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features" pada tahun 2001. Cara kerja pendekatan Machine Learning pada metode *Haarcascade* dimana fungsi Cascade dilatih dari banyak gambar positif dan negatif. Menurut beberapa jurnal, metode *Haarcascade* tergolong sebagai metode yang baik dan akurat dalam pendeteksian terutama pendeteksian wajah.[5]

Batasan perancangan pada penelitian ini adalah pendeteksian dan klasifikasi orang yang sedang menggunakan masker dan tidak menggunakan masker. Jumlah orang yang dapat dideteksi maksimal 4 orang dengan akses citra input melalui kamera *webcam*. Data latih yang digunakan berasal dari website *Kaggle* dengan jumlah *dataset* total sebanyak 1400 data yang dibagi menjadi 700 data orang menggunakan masker dan 700 tidak menggunakan masker. Tipe masker yang dapat dideteksi oleh program untuk menentukan apakah orang yang terdeteksi tersebut menggunakan masker atau tidak menggunakan masker adalah masker bertipe masker medis seperti masker bedah dan masker non-medis seperti kain atau *Scuba*.

2. Dasar Teori

Dalam proses pembuatan suatu program, dasar teori dibutuhkan sebagai acuan dan awal perancangannya.

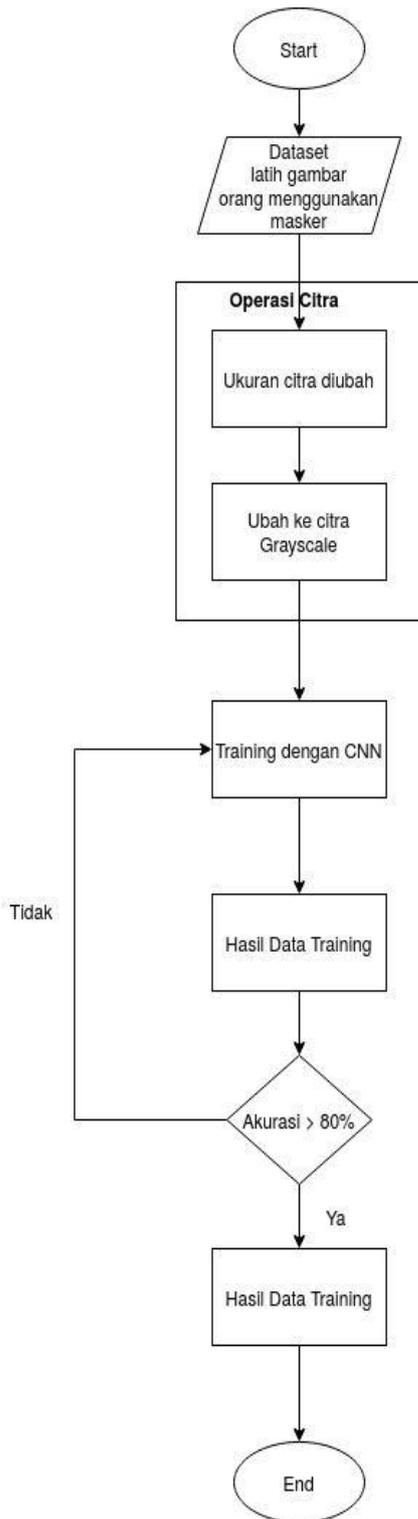
Hal-hal yang perlu dijelaskan adalah metode perancangan, proses pembuatan, data yang digunakan.

2.1 Metode Perancangan

Program pendeteksian penggunaan masker wajah rancangan menggunakan metode *convolutional neural network*. Metode *Convolutional Neural Network* ini merupakan metode yang tergabung dalam neural network yang cocok untuk melakukan klasifikasi, mengenali citra, dan memproses data citra dari kategori atau kelas yang ditentukan. *Dataset* yang digunakan yang berasal dari website *Kaggle* dengan total data sebanyak 1400 data dengan kelas untuk orang yang sedang menggunakan masker sebanyak 700 data kelas untuk orang yang tidak menggunakan masker sebanyak 700 data. Setelah *dataset* dibagi ke dalam 2 kelas, maka akan dilakukan tahapan *image pre-processing* berupa *resize*, *grayscale* dan augmentasi data. Untuk augmentasi data, proses yang dilakukan *rotation_range*, *zoom_range*, *width_shift_range*, *height_shift_range*, *shear_range*, dan *horizontal_flip*.

Dataset latih yang digunakan akan dibagi menjadi 80% untuk pelatihan dan 20% untuk validasi pengujian terhadap model yang sudah dilatih. Setelah itu akan dilatih dengan *hyperparameter* yang dimasukkan untuk pengujian adalah nilai pembelajaran, jumlah *epoch* latihan dan *batch size*. Untuk pelatihan yang dilakukan, jumlah *epoch* yang digunakan untuk pelatihan sebesar 100 *epoch* dan *batch size* yang ditentukan sebesar 32. Nilai pembelajaran yang dipilih adalah 0.0001.

Dengan metode *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *MobileNetV2*. *MobileNetV2* memiliki kelebihan untuk mengatasi kebutuhan *resource* komputasi yang tinggi dan nilai akurasi yang tergolong baik. dilakukan untuk Setelah itu proses pelatihan selesai, maka akan dilakukan pengujian untuk pendeteksian dan pengklasifikasian orang yang menggunakan masker dan tidak menggunakan masker. Untuk orang yang menggunakan masker akan ditandai dengan *bounding box* berwarna hijau dengan label yang diberikan adalah "sedang menggunakan masker" dan untuk orang yang tidak menggunakan masker akan ditandai dengan *bounding box* berwarna merah dengan label yang diberikan adalah "tidak sedang menggunakan masker". Untuk perhitungan tingkat akurasi akan dihitung dan dibandingkan dengan hasil klasifikasi sistem yang dibuat. Skema pelatihan dapat dilihat pada gambar 2 dan skema pengujian klasifikasi pendeteksian penggunaan masker dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2 Skema perancangan pelatihan.



Gambar 3 Skema perancangan pengujian.

2.2 Data yang digunakan

Data yang digunakan oleh sistem pendeteksian penggunaan masker wajah berupa data dalam bentuk citra dua dimensi. Data tersebut dibagi menjadi 2 yaitu citra latih dan citra validasi. Citra latih adalah citra yang digunakan untuk melatih model CNN. Citra validasi adalah citra yang digunakan untuk melakukan evaluasi model CNN yang telah dilatih. Citra latih dan validasi untuk metode CNN berupa citra orang menggunakan masker dan tidak menggunakan masker dengan 2 kelas dan setiap kelas memiliki jumlah data sebanyak 700.

Data citra didapatkan dari website. Format bobot hasil pelatihan dari model CNN berformat .h5. Detail Jumlah data latih untuk proses pelatihan dapat dilihat pada **Tabel 1** dan Detail Jumlah data validasi untuk proses pelatihan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 1 Detail Jumlah data latih untuk proses pelatihan.

Kelas	Jumlah Data
Menggunakan masker	700
Tidak menggunakan masker	700
TOTAL	1400

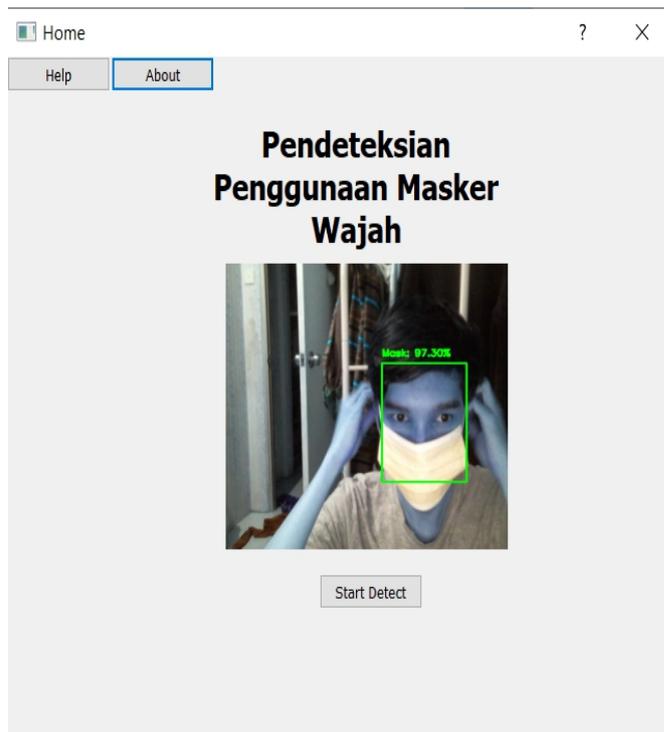
Tabel 2 Detail Jumlah data validasi untuk proses pelatihan.

Kelas	Jumlah Data
Menggunakan masker	140
Tidak menggunakan masker	140
TOTAL	280

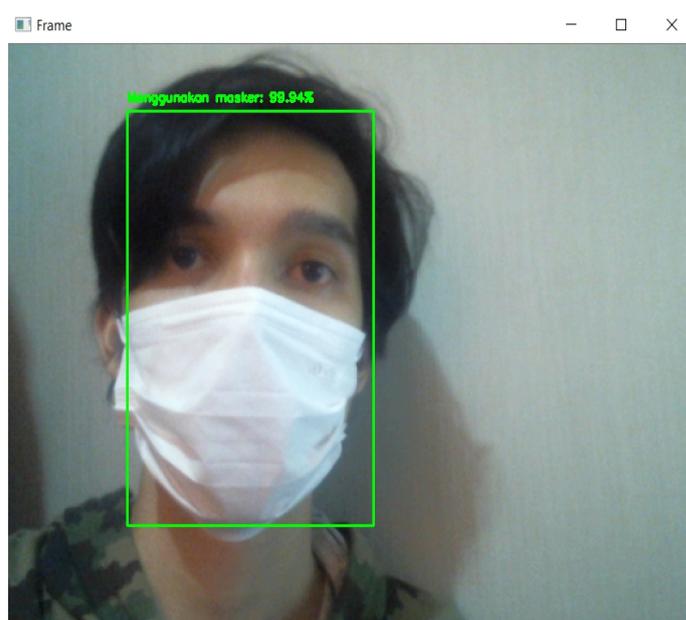
3. Alur Aplikasi

Alur pada sistem “*Pendeteksian Penggunaan Masker Wajah dengan Metode Convolutional Neural Network*” terdiri dari 4 modul, yaitu:

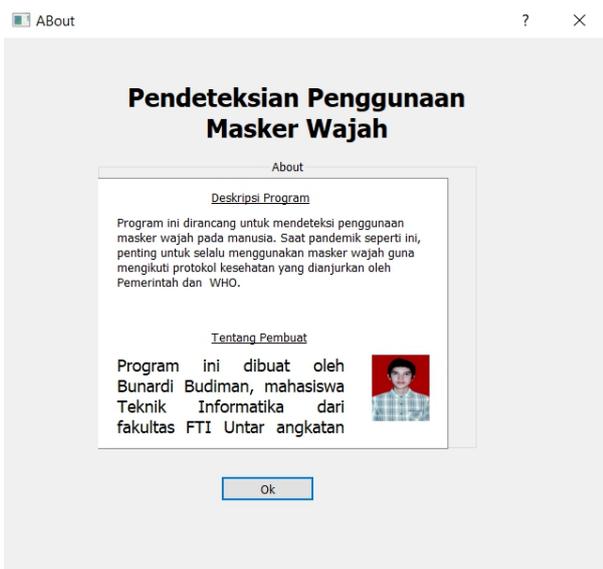
1. Modul *Home*
 Modul *Home* terdapat pada halaman utama sistem “*Pendeteksian Penggunaan Masker Wajah dengan Metode Convolutional Neural Network*” ketika dimulai. *Home* terdiri atas tombol *Start Detect*, *About*, dan *Help*. Tampilan *Home* dapat dilihat pada **Gambar 4**.
2. Modul *Start Detect*
 Modul *Start Detect* terdapat pada halaman utama sistem “*Pendeteksian Penggunaan Masker Wajah dengan Metode Convolutional Neural Network*” yang ketika tombol dijalankan maka program akan mengakses modul kamera dan melakukan pendeteksian klasifikasi penggunaan masker wajah. Tampilan *Start Detect* dapat dilihat pada **Gambar 5**.
3. Modul *About*
 Modul *About* terdapat pada menu utama. Pada menu *About* ini terdapat informasi mengenai nama pembuat sistem dan informasi tentang program. Tampilan *About* dapat dilihat pada **Gambar 6**.
4. Modul *Help*
 Modul *Help* dapat diakses dari menu utama. Tampilan ini berisi informasi cara penggunaan program. Tampilan *Help* dapat dilihat pada **Gambar 7**.



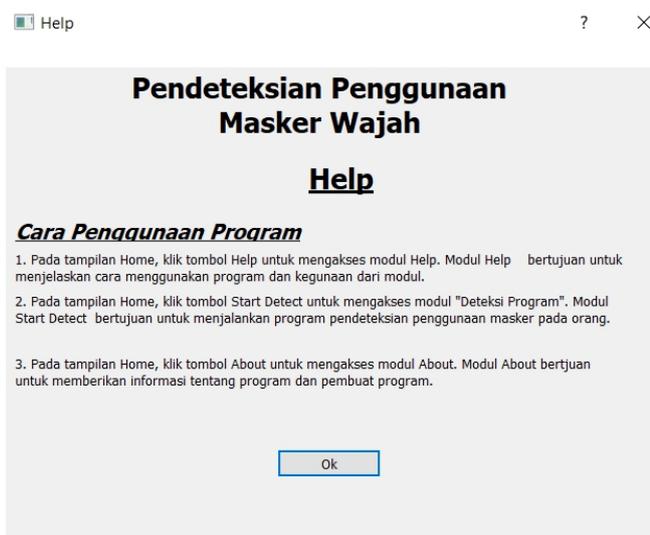
Gambar 4. Modul *Home*



Gambar 5. Modul *Start Detect*



Gambar 6. Modul *About*



Gambar 7. Modul *Help*

4. Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan untuk model CNN terhadap model yang sudah dilatih dengan jumlah *epoch* sebanyak 100 *epoch*. Pelatihan dilakukan menggunakan jumlah data latih sebanyak 1400 gambar yang dibagi menjadi 700 gambar menggunakan masker dan 700 tidak menggunakan masker. Sedangkan untuk validasi sebanyak 140 gambar menggunakan masker dan 140 gambar tidak menggunakan masker sehingga total data validasi sebanyak 280 data. Setelah dilakukan proses

pengujian pada model CNN dengan menggunakan arsitektur *MobileNetV2* yang sudah dilatih didapatkan akurasi yang tinggi untuk mendeteksi wajah sebesar 88.53% dan klasifikasi yang tepat sebesar 84.45%. Untuk nilai hasil pengujian confusion matrix dapat dilihat pada **Gambar 8**.

4.1 Blackbox Testing

Pengujian *Blackbox Testing* pada sistem “*Pendeteksian Penggunaan Masker Wajah dengan Metode Convolutional Neural Network*” dilakukan untuk memeriksa fungsi pada setiap modul yang ada di dalam sistem. Pengujian juga dilakukan terhadap setiap fungsi modul dan tombol dan berikut hasilnya:

1. Pengujian Modul *Home*.

Modul pertama yang muncul saat membuka sistem ini yaitu Modul *Home*. Pada modul *Home* pengujian dilakukan terdapat tombol *Start detect*, *About*, dan *Help* yang dapat dilihat pada **Gambar 4**.

2. Pengujian Modul *Start Detect*

Pengujian pada Modul *Start Detect* adalah pengujian apakah program dapat melakukan fungsi utamanya yaitu melakukan pendeteksian dan klasifikasi penggunaan masker. Dalam modul ini terdapat informasi seperti tampilan dari kamera dan hasil pendeteksian yang dapat dilihat pada **Gambar 5**.

3. Pengujian Modul *About*

Ketika menekan tombol *About* pada *Home*, pengguna akan diarahkan ke modul ini. Pengujian dilakukan untuk melihat informasi seperti nama pembuat sistem beserta informasi program yang dapat dilihat pada **Gambar 6**.

4. Pengujian Modul *Help*

Pengujian pada Modul *Help* adalah pengujian apakah modul sudah menunjukkan informasi mengenai cara penggunaan sistem yang dapat dilihat pada **Gambar 7**.

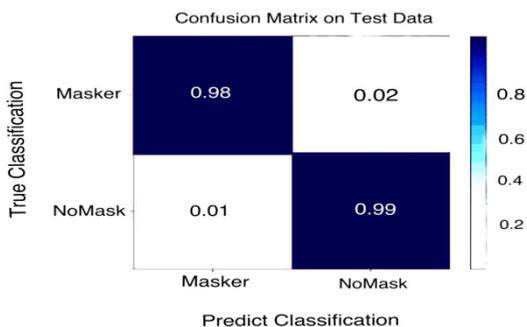
Hasil pengujian menunjukkan seluruh modul dalam sistem sudah berjalan dengan benar dan sesuai dengan perancangan.

4.2 Pengujian pada Metode CNN dan *Haarcascade*

Pengujian untuk metode CNN dan *Haarcascade* dilakukan dengan pembelajaran *Epoch* sebesar 100 dan *learning rate* 0.00004 menghasilkan akurasi pengujian sebesar 100% dengan jumlah *dataset* sebanyak 1400 data. Detail jumlah data pelatihan dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**. Untuk nilai pengujian dengan *confusion matrix* dapat melihat **Gambar 8**.

Skenario	Akurasi
Total akurasi objek yang terdeteksi	94%
Jumlah total obyek yang terklasifikasi benar	89%

Skenario	Akurasi
Total akurasi obyek yang terdeteksi	96%
Jumlah total obyek yang terklasifikasi benar	92%



Gambar 8. Confusion Matrix.

Pada proses pengujian yang dilakukan dengan 3 skenario yaitu 1 orang dengan jumlah data uji sebanyak 50 data yang dibagi menjadi 25 objek yang menggunakan masker dan 25 obyek tidak menggunakan masker, data diambil dengan kamera *webcam* yang diarahkan pada orang yang datang ke lokasi pengujian dan melalui gambar yang ditampilkan pada layar monitor dan *smartphone* yang didapatkan dari internet. Hasil klasifikasi untuk pengujian 1 dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil Pengujian 1

Pada proses pengujian 2 dengan jumlah orang sebanyak 2 orang, data uji yang digunakan sebanyak 50 data yang tergabung orang yang sedang menggunakan masker dan tidak menggunakan masker dengan pengambilan data melalui orang yang datang ke tempat uji yang direkam kamera *webcam* dan juga melalui gambar yang ditampilkan di *smartphone* dan layar monitor. Hasil klasifikasi untuk pengujian 1 dapat dilihat pada **Tabel 4**. Sedangkan untuk pengujian 3 dengan jumlah orang lebih dari 2 orang dengan data uji sebanyak 30 data yang didapatkan melalui gambar yang ditampilkan di monitor dan layar *smartphone*. Hasil klasifikasi dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Hasil Pengujian 3

Skenario	Akurasi
Total akurasi objek yang terdeteksi	72.35%
Jumlah total obyek yang terklasifikasi benar	69.1%

Tabel akurasi dengan menggunakan metode *confusion matrix* dapat dilihat pada **Tabel 6**, **Tabel 7**, **Tabel 8** dan pada **Tabel 9** memuat nilai *presisi*, *akurasi*, *recall* dan *F1-Score*.

Tabel 6 Confusion Matrix Pengujian 1

	Tidak menggunakan Masker	Menggunakan masker
Tidak menggunakan Masker	23	2
Menggunakan	4	21

masker		
--------	--	--

Tabel 7 Confusion Matrix Pengujian 2

	Tidak menggunakan Masker	Menggunakan masker
Tidak menggunakan Masker	8	1
Menggunakan masker	11	80

Tabel 8 Confusion Matrix Pengujian 3

	Tidak menggunakan Masker	Menggunakan masker
Tidak menggunakan Masker	24	0
Menggunakan masker	34	65

Tabel 9 Hasil Presisi, Akurasi, Recall, dan F1-Score

	Akurasi	Presisi	Recall	F1-Score
Pengujian 1	0.8800	0.9130	0.85	0.8750
Pengujian 2	0.8800	0.9877	0.99	0.9302
Pengujian 3	0.7236	1.0000	1.0000	0.5854

4.3 Pembahasan Hasil Pengujian

Setelah melakukan pengujian dengan metode *blackbox testing* dan pengujian metode untuk CNN

dan *Haarcascade*, maka dapat dievaluasi hasil pengujian tadi sebagai berikut:

1. Hasil pengujian dari pendeteksian penggunaan masker wajah dengan metode *Haarcascade Classifier* untuk data pengujian 1 yaitu data berjumlah 25 data untuk kategori menggunakan masker dan 25 data untuk kategori tidak menggunakan masker dengan total obyek sebanyak 50 objek dari deteksi langsung kamera webcam dengan orang yang terdapat dalam frame berjumlah 1 orang. Berdasarkan hasil pengujian sebelumnya, maka didapat untuk akurasi pendeteksian objek sebesar 96% untuk pendeteksian wajah objek dengan metode *Haarcascade Classifier* dan 92% akurasi untuk klasifikasi objek apakah orang yang terdeteksi menggunakan masker atau tidak menggunakan masker.
2. Untuk pengujian 2 yaitu data berjumlah 50 yang digabung dengan objek yang terdapat pada data berjumlah 2 orang untuk setiap data, terlihat akurasi pendeteksian objek untuk kedua kategori sebesar 94%. Sedangkan untuk klasifikasinya objek sebesar 89%.
3. Untuk pengujian 3 dengan jumlah data sebanyak 30 data dengan objek yang terdapat totalnya ada 123 objek, maka dapat dilihat bahwa akurasi pendeteksian objek untuk pendeteksian wajah sebesar 72.35% dan akurasi klasifikasi sebesar 69.1%.
4. Model pembelajaran program yang terbaik memiliki nilai akurasi sebesar 100% dengan nilai epochnya sebanyak 100 epoch dengan nilai pembelajaran 0.00001 dan dataset yang digunakan sebanyak 1400 data.
5. Program dapat berjalan dan bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan perancangan awal. Untuk beberapa gambar yang salah terklasifikasi dan tidak terdeteksi dapat disebabkan oleh data pembelajaran yang kurang contohnya variasi dataset dimana dataset didominasi oleh masker bertipe medis dengan persentase hampir 90%. Lalu pencahayaan terhadap kamera, sudut pengambilan gambar, background juga turut mempengaruhi akurasi yang turun.

5. Kesimpulan dan Saran

Selesai melakukan pengujian pada sistem "Pendeteksian Penggunaan Masker Wajah", maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *Mobile Net V2* dan metode *Haarcascade Classifier* yang telah dipilih dengan nilai bobot dan parameter yang sudah ditentukan memiliki performa yang cukup baik untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan orang yang sedang terdeteksi

sedang menggunakan masker atau tidak sedang menggunakan masker.

2. Nilai rata-rata akurasi program dalam mendeteksi wajah orang adalah 88.53% dan nilai rata-rata program dalam mengklasifikasi orang apakah sedang menggunakan masker atau tidak menggunakan masker adalah 84.45%.

3. Model pelatihan terbaik didapatkan dengan dilatih jumlah epoch sebanyak 100 epoch dan nilai pembelajaran sebesar 0.00001. Akurasi pelatihan yang didapatkan sebesar 100%.

4. Proses klasifikasi oleh program masih kurang baik untuk masker bertipe selain Medis dikarenakan jumlah dataset masker yang sedikit dan terbatas. Dataset masker didominasi oleh masker medis dan jumlah gambar masker tipe lainnya sangat sedikit dan tidak lebih dari 20 gambar untuk tipe lainnya. Hal ini menjadi penyebab juga kenapa klasifikasi tipe masker belum dapat dilakukan.

5. Kecepatan dalam mendeteksi objek ketika melakukan pergantian dari memakai masker ke melepaskan masker atau sebaliknya masih kurang dalam beberapa kondisi khusus. Hal ini dapat disebabkan oleh pencahayaan yang ditangkap oleh kamera, kualitas pixel kamera, jarak antara objek dengan kamera, sisi atau sudut dalam pengambilan gambar oleh kamera.

6. Pengujian keseluruhan fitur dan modul pada program dapat berjalan dengan baik dan sesuai tujuan perancangan dan pembuatan program.

Selain kesimpulan, terdapat juga saran dan masukan yang diberikan agar aplikasi ini dapat menjadi lebih baik lagi antara lain:

1. Dapat menggunakan algoritma yang lebih baik dan cepat dalam melakukan pendeteksian dan klasifikasi. Algoritma yang dipilih juga harus memiliki komputasi yang ringan agar lebih fleksibel untuk diimplementasikan ke perangkat dengan spesifikasi rendah.

2. Jumlah dataset lebih diperbanyak variasinya agar dapat melakukan klasifikasi tipe masker.

REFERENSI

- [1] Tim Komunikasi Komite Penanganan Corona Virus Disease 2019 (Covid-19) dan Pemulihan Ekonomi Nasional., 2019, "Satgas Covid-19 Tekankan Perilaku Disiplin Protokol Kesehatan Langkah Utama Atasi Pandemi", <https://covid19.go.id/p/berita/satgas-covid-19-tekankan-perilaku-disiplin-protokol-kesehatan-langkah-utama-atasi-pandemi>.
- [2] Arunava., 2018, "Convolutional Neural Network", <https://towardsdatascience.com/convolutional-neural-network-17fb77e76c05ea44b5f64>.
- [3] National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD)., 2019, "Division of Viral Diseases. How COVID-19 Spreads", <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/how-covid-spreads>.

[4] Rizqi Okta Ekoputris., 2019, "MobileNet: Deteksi Objek pada Platform Mobile", <https://medium.com/nodeflux/mobile-net-deteksi-objek-pada-platform-mobile-bbbf3806e4b3>.

[5] Arpiandi, Kiki Rizki., 2019, "Mengenal Teknologi Deep Learning dan Sejarahnya", <https://www.codepolitan.com/mengenal-teknologi-deep-learning-dan-sejarahnya-59aaea44b5f64>.

Bunardi Budiman, mahasiswa, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara.

Dra. Chairisni Lubis, M.Kom., memperoleh gelar Sarjana Fisika (Dra), Jurusan Fisika Universitas Indonesia, Depok, lulus tahun 1989. Memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) Program Pasca Sarjana Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Depok, lulus tahun 2000. Saat ini merupakan Dosen Tetap di Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara, Jakarta.

Novario Jaya Perdana, S.Kom., M.T., memperoleh gelar sarjana Ilmu Komputer (S.Kom), Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, lulus tahun 2011. Memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) Program Magister Teknik Industri Universitas Indonesia, Depok, 2016. Saat ini merupakan Dosen Tetap di Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara, Jakarta.