



IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENDETEKSI PENGGUNA MASKER BERBASIS FRAMEWORK TENSORFLOW DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Hernalom Sitorus

Universitas Satya Negara Indonesia

E-mail: hernalom@yahoo.com

Article History:

Received: 28-09-2022

Revised: 18-10-2022

Accepted: 31-10-2022

Keywords:

Deep Learning,
Convolutional Neural
Network, TensorFlow,
Deteksi wajah, Masker

Abstract: Penerapan protokol kesehatan pada masa pandemic menjadi salah satu cara untuk mengurangi penyebaran virus covid-19, terutama pada area public dan ruangan tertutup harus mengikuti ketentuan protocol kesehatan. Salah satu ketentuan yang harus dipenuhi ketika keluar rumah dan memasuki area public harus menggunakan masker. Sehingga banyak area public maupun gedung-gedung perkantoran atau mall, menggunakan tenaga keamanan untuk mengawasi setiap orang yang datang dan memastikan menggunakan masker. Sehingga dengan menyediakan tenaga manusia untuk menerapkan protokol kesehatan di area public atau mall ataupun tempat lainnya memungkinkan terjadinya tidak konsistensinya pengawasan protokol kesehatan tersebut, karena manusia tentu memiliki keterbatasan dalam hal-hal tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan deep learning guna mendeteksi pengguna masker berbasis framework tensorflow dengan metode convolutional neural network, secara realtime. Penggunaan deep learning dengan metode convolution neural network yang menghasilkan sebuah model dari proses training data dengan nilai akurasi mencapai 99,7 %, serta nilai loss mencapai 0,018%. Lalu nilai validation mencapai 99,6% dan nilai loss mencapai 0,009% sehingga model ini dapat digunakan untuk mendeteksi penggunaan masker wajah secara realtime. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian data training dengan 3 kali percobaan untuk masing-masing batch size dan epoch yang berbeda-beda, dengan tujuan mendapatkan model yang memiliki akurasi yang paling tinggi, dimana akurasi tertinggi diperoleh sebesar 99,7% pada batch size 200 dan epoch 100.

© 2022 SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah

PENDAHULUAN

Dimasa Pandemi Covid 19 saat ini, pemerintah Indonesia meminta seluruh elemen masyarakat maupun organisasi negara dan swasta untuk menerapkan *Social Distancing* atau menjaga jarak dalam rangka menekan angka penularan Virus Covid 19, Salah satunya dengan menghindari kontak langsung antar seseorang dilingkungan masyarakat maupun

lingkungan kerja dan mewajibkan penggunaan masker pada masyarakat yang ingin berpergian keluar rumah, rajin untuk mencuci tangan menggunakan sabun dan *hand sanitizer*. Pemerintah juga membatasi kunjungan ke tempat – tempat umum yang dapat menimbulkan kerumunan dengan syarat mematuhi protokol kesehatan dengan tetap menggunakan masker.

Mall, pasar tradisional/modern, tempat wisata satu pintu merupakan lokasi yang banyak dikunjungi oleh masyarakat. Pemeriksaan pengunjung khususnya pengguna masker dilakukan oleh petugas dengan berdiri di depan pintu masuk. Dengan digunakannya sistem pengawasan yang dilakukan oleh manusia memungkinkan kurangnya konsistensi, karena tenaga security yang bertugas memiliki keterbatasan seperti waktu dan juga faktor kelelahan.

LANDASAN TEORI

Pada penelitian Pulung Adi Nugroho, dkk (2020) dengan judul “Implementasi *Deep Learning* Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) Pada Ekspresi Manusia”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ekspresi manusia dengan Epoch 100 batch size 128 dan akurasi yang didapatkan 90% dan validation sebesar 65% dari total 35 ekspresi yang berhasil ditebak dengan benar yaitu 28 ekspresi.

Pada penelitian Dufan J.P Manajang, dkk (2020) dengan judul “Implementasi *Framework Tensorflow Object Detection* Dalam Mengklasifikasi Jenis Kendaraan Bermotor”. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi kendaraan yang lewat disuatu lintas jalan dengan tingkat akurasi deteksi objek rata – rata adalah 90,8%.

Pada penelitian Arham Rahim, Dkk (2020) dengan judul *Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Penggunaan Masker*. Hasil penelitian ini menunjukkan skenario kedua yang menggunakan epoch 50 dan rasio dataset 90% data latih dan 10% data uji mendapatkan akurasi terbaik mencapai 96%. Pengujian pada gambar wajah yang menggunakan masker memperoleh nilai precision 98%, recall 94% dan gambar wajah yang tidak menggunakan masker memperoleh nilai precision 94%, recall 98. Skenario satu dan tiga memperoleh nilai akurasi terendah yaitu 94%.

Pada Penelitian Ahmad Kurniadi, Dkk (2020) yang berjudul “Implementasi *Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Varietas Pada Citra Daun Sawi Menggunakan Keras*”. Penelitian ini menghasilkan data uji coba dari klasifikasi citra pada sayuran varietas sawi yaitu sawi pakcoy, sawi putih, dan sawi caisim menghasilkan nilai akurasi sebesar 83%, recall 80% dan presisi 89%. Ketika data training dilakukan perbedaan dengan jumlah perbandingannya maka hasil yang didapatkan adalah sama yaitu 83%

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data (*Data Gathering*)

Pada penelitian ini , pengumpulan data yang dilakukan dengan mengambil data gambar wajah tidak bermasker dan menggunakan masker pada situs online <https://www.kaggle.com/> yang diakses pada tanggal 05 Agustus 2022. Dari data tersebut gambar dibagi menjadi 3 subset untuk memudahkan proses dalam melakukan *training* data, berikut subset yang digunakan dalam penelitian :

1. Data Training

Data training merupakan dataset yang digunakan untuk melatih algoritma *convolution neural network* dalam mencari model yang sesuai untuk membuat prediksi. Dengan jumlah gambar wajah tidak bermasker sebanyak 5000 gambar dan gambar menggunakan masker sebanyak 5000 gambar.

2. Data Testing

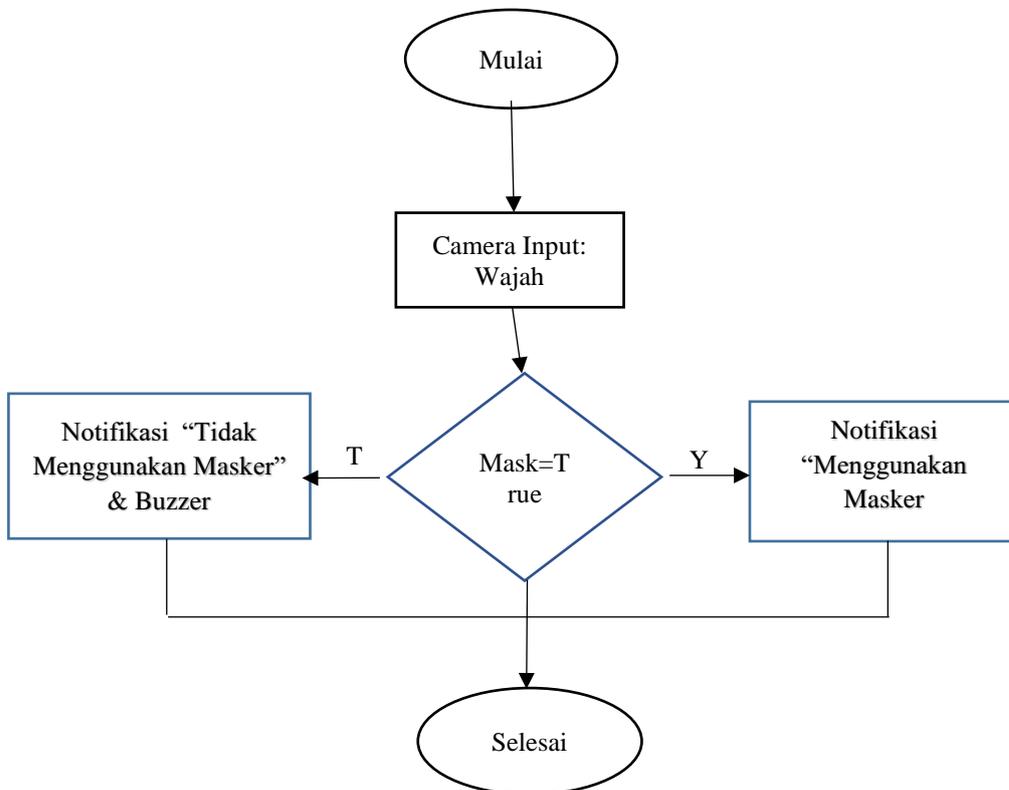
Data testing merupakan data (sample) yang akan dipakai untuk menguji dan mengetahui performa model yang didapatkan pada tahapan testing. Data testing juga digunakan untuk testing model, sebagai simulasi penggunaan model pada dunia nyata. Jumlah gambar wajah tidak bermasker sebanyak 483 gambar dan gambar menggunakan masker sebanyak 509 gambar.

3. Data Validation

Data validation merupakan data yang digunakan untuk validasi model dan mencegah overfitting. Jumlah gambar wajah tidak bermasker sebanyak 400 gambar dan gambar menggunakan masker sebanyak 399 gambar.

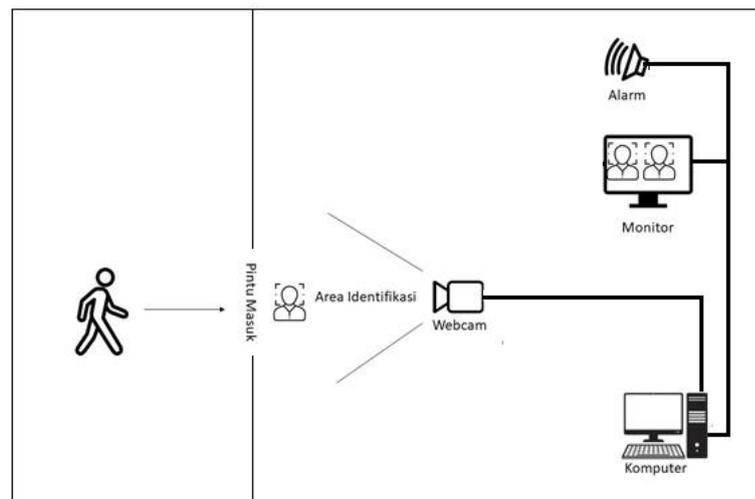
Prosedur Perancangan Sistem

Prosedur perancangan sistem merupakan gambaran sistem yang akan dibuat berdasarkan beberapa prosedur sistem menggunakan sebuah diagram alir (flowchart). Gambar diagram alir (flowchart) dari penelitian yang akan dilakukan, di tunjukan pada gambar dibawah ini:



Gambar 14. Diagram Alir (Flowchart) Deteksi Wajah

Konsep Umum Sistem



Gambar 16. Rancangan Sistem Deteksi Wajah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan aplikasi yang akan digunakan untuk sistem pengenalan wajah (face recognition) yang dikembangkan dapat mengklasifikasi wajah yang menggunakan masker dan tidak menggunakan masker. Penelitian ini menggunakan metode pembelajaran *deep learning* dengan model *Convolutional Neural Network (CNN)* dan *Framework Tensorflow* dengan *Keras* sebagai *library* pendamping. Proses utama dalam pembuatan sistem ini diawali dengan pengumpulan data dan *training* data hingga menghasilkan sebuah model dan pengujian model hasil *training* dan pengujian dalam mendeteksi penggunaan masker wajah. Dalam bab ini, akan dibahas tentang perancangan dan pengujian sistem dengan beberapa kondisi dan pembahasan hasil *training dataset*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik sebagaimana yang diinginkan, dari hasil pengujian, akan didapatkan data-data berupa akurasi training model dan tampilan keluaran sistem.

Training Model

Data pada masing-masing kelompok dibagi menjadi 2 kategori: orang yang memakai masker (with mask) dan orang yang tidak memakai masker (without mask) dan memastikan bahwa data seimbang sehingga harus dihitung jumlah gambar yang dimiliki setiap label. Dalam tahapan ini algoritma akan melakukan training terhadap data set sesuai dengan nilai parameter batch size dan epoch, dengan menguji data testing yang menggunakan masker dan yang tidak menggunakan masker sebagai sampel.

Tabel 6. Training Data Set Model Pertama

Dataset	Batch size	Epoch	Batch	Akurasi
10.000	15	5	667	0,98940
10.000	50	5	200	0,99510
10.000	100	5	100	0,99700
10.000	200	5	50	0,82580

Tabel 7. Training Data Set Model Kedua

Dataset	Batch size	Epoch	Batch	Akurasi
10.000	15	10	667	0,99420

10.000	50	10	200	0,99650
10.000	100	10	100	0,99680
10.000	200	10	50	0,99570

Tabel 8. Traning Data Set Model Ketiga

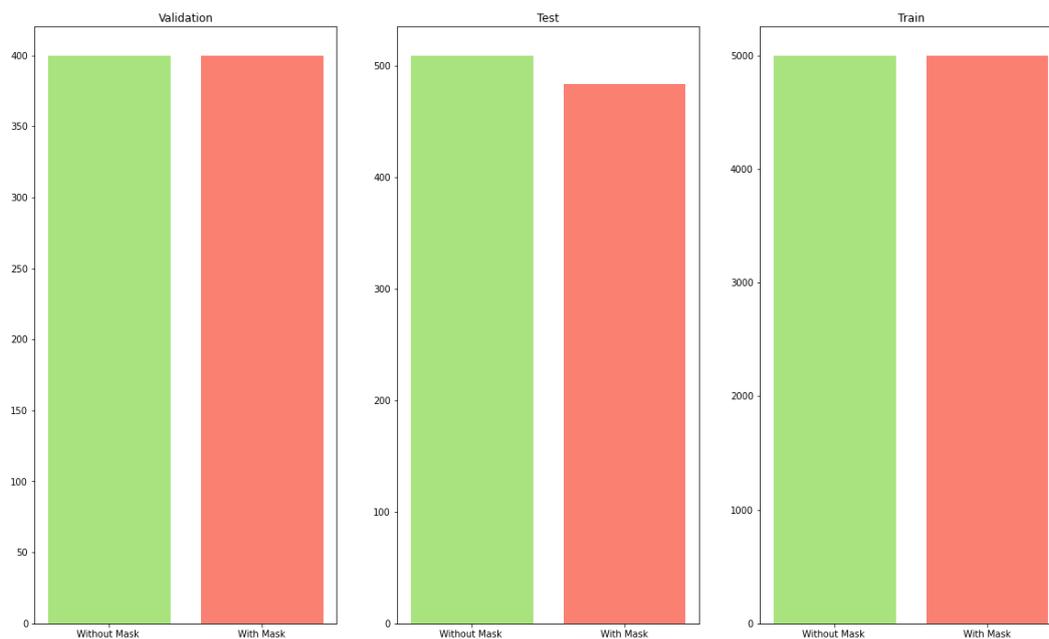
Dataset	Batch size	Epoch	Batch	Akurasi
10.000	15	100	667	0,99210
10.000	50	100	200	0,99650
10.000	100	100	100	0,99690
10.000	200	100	50	0,99700

Dari tiga kali melakukan training dataset dengan data testing untuk mendapatkan model yang melihat nilai akurasi yang paling tinggi, maka dapat diperoleh sebesar 0,99700 dengan dataset 10.000, batch size 200 dan epoch 100. Selanjutnya hasil training model ini lah digunakan pada aplikasi yang dibangun untuk mendeteksi objek atau gambar wajah yang menggunakan masker atau tidak menggunakan masker.

Distribusi Gambar

Pada penelitian ini, penulis memiliki beberapa class atau kategori gambar diantaranya masing – masing memiliki class “with_mask” dan without_mask” dan dibedakan dalam masing – masing direktori yaitu *training*, *test* dan *validation*. Direktori ini dibuat untuk memudahkan dalam meload dataset yang akan di uji. Berikut distribusi gambar yang digunakan dalam pengujian dataset :

Image distribution



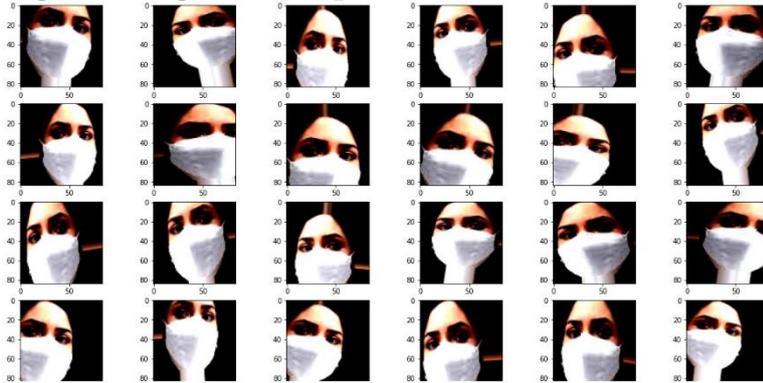
Gambar 17. Distribusi gambar

Dari gambar diatas bar diagram berwarna hijau merupakan dataset tidak menggunakan masker dan bar diagram berwarna merah merupakan dataset yang menggunakan masker

Augmentasi Gambar Sample

Peneliti melakukan beberapa augmentasi data untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, beberapa parameter dipilih sebagai hasil dari standar yang ada dan beberapa dipilih

dengan bantuan trial and error dan berpengaruh pada persentase akurasi. Berikut hasil augmentasi gambar *sample* :



Gambar 18. Augmentasi citra *sample*

Pengujian Hasil Training Dataset

Dalam proses pengujian dataset peneliti menggunakan parameter berdasarkan **Tabel 7** Parameter Model [34] sehingga menghasilkan nilai *accuracy*, *loss* dan *validation* sebagai berikut :

```
Epoch 1/100
100/100 [=====] - 73s 622ms/step - loss: 53.9449 - accuracy: 0.8685 - val_loss: 0.0340 - val_accuracy: 0.9975

Epoch 00001: accuracy improved from -inf to 0.95670, saving model to my_model.h5
Epoch 2/100
100/100 [=====] - 60s 598ms/step - loss: 0.3054 - accuracy: 0.9935 - val_loss: 0.0106 - val_accuracy: 0.9987

Epoch 00002: accuracy improved from 0.95670 to 0.99350, saving model to my_model.h5
Epoch 3/100
100/100 [=====] - 59s 592ms/step - loss: 0.2413 - accuracy: 0.9940 - val_loss: 0.0151 - val_accuracy: 0.9962

Epoch 00003: accuracy improved from 0.99350 to 0.99410, saving model to my_model.h5
Epoch 4/100
100/100 [=====] - 60s 599ms/step - loss: 0.0898 - accuracy: 0.9953 - val_loss: 0.0112 - val_accuracy: 0.9962

Epoch 00004: accuracy improved from 0.99410 to 0.99480, saving model to my_model.h5
Epoch 5/100
100/100 [=====] - 59s 589ms/step - loss: 0.0347 - accuracy: 0.9946 - val_loss: 0.0113 - val_accuracy: 0.9962

Epoch 00005: accuracy improved from 0.99480 to 0.99560, saving model to my_model.h5
Epoch 6/100
100/100 [=====] - 59s 590ms/step - loss: 0.0118 - accuracy: 0.9975 - val_loss: 0.0096 - val_accuracy: 0.9962

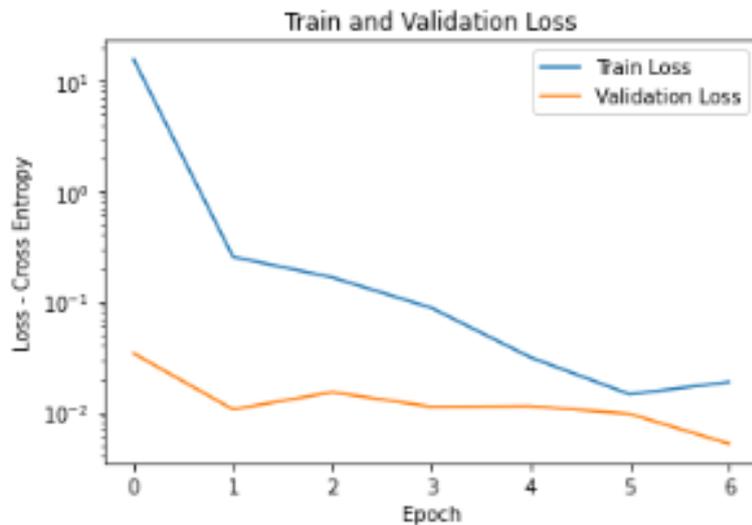
Epoch 00006: accuracy improved from 0.99560 to 0.99700, saving model to my_model.h5
Epoch 7/100
100/100 [=====] - 60s 601ms/step - loss: 0.0265 - accuracy: 0.9957 - val_loss: 0.0052 - val_accuracy: 0.9987

Epoch 00007: accuracy did not improve from 0.99700
Epoch 00007: early stopping

*** Fit is over ***
```

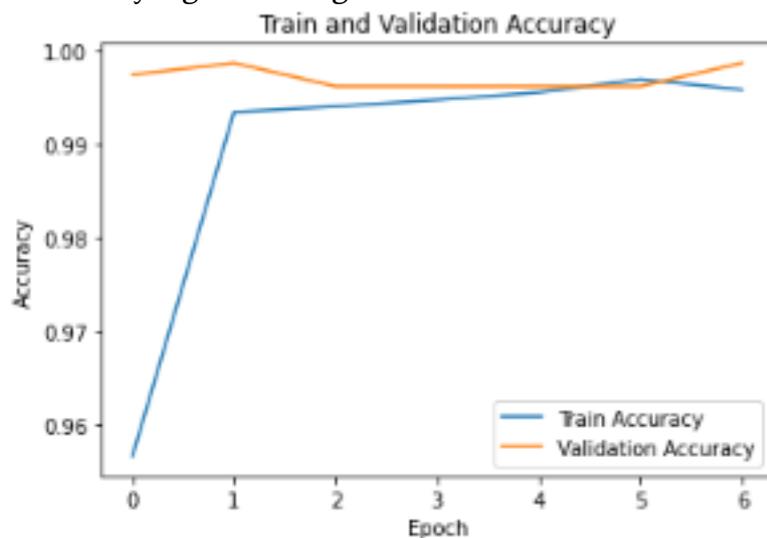
Gambar 19. Hasil Training Dataset

Dari hasil uji data training tersebut, didapati nilai *accuracy* tertinggi berada pada *epoch* 6 dengan nilai *accuracy* mencapai 99,7% serta nilai *loss* mencapai 0,018 % dan nilai *validation accuracy* sebesar 99,6% dan *validation loss* sebesar 0,009 setelah proses training dilakukan, tampilan grafik *accuracy*, *loss* dan *validation* bisa dilihat dengan membuat program plot model ataupun melalui tensorboard, berikut tampilan grafik *accuracy* dan *loss* pada proses training sebagai berikut :



Gambar 20. Train dan Validation Loss

Gambar diatas menunjukkan grafik pergerakan nilai (*loss*) untuk data train dan validasi yang dihasilkan pada setiap iterasi (*epoch*). Berdasarkan **Gambar 20** garis berwarna orange menunjukkan pergerakan untuk data *validation loss*, sedangkan garis berwarna biru menunjukkan pergerakan nilai *loss* untuk data train. Grafik di atas menunjukkan nilai *loss* untuk kedua data, dapat dilihat bahwa untuk data *train loss* dan *validation loss*, nilai yang didapatkan terus turun hingga epoch ke-6. Menandakan model yang digunakan memiliki nilai eror yang cenderung rendah.



Gambar 21. Train dan Validasi Accuracy

Gambar diatas menunjukkan grafik pergerakan nilai *accuracy* (*acc*) untuk data train dan data validation yang dihasilkan pada setiap iterasi (*epoch*). Berdasarkan **Gambar 21**, garis berwarna orange menunjukkan pergerakan untuk data *validation*, sedangkan garis berwarna biru menunjukkan pergerakan nilai *accuracy* untuk data train, dapat dilihat bahwa untuk data train, nilai *accuracy* yang didapatkan terus naik hingga epoch ke-6. Menandakan bahwa model yang digunakan memiliki nilai yang tinggi dalam memprediksi *with_mask* dan *without_mask*.

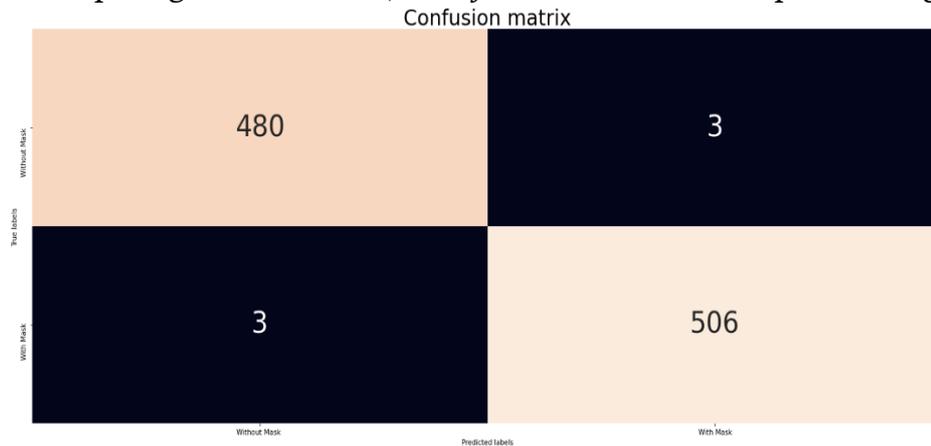
Uji Coba dan Evaluasi

Dalam melakukan uji coba dan evaluasi peneliti menggunakan *confusion matrix* seperti gambar dibawah ini :

		Predicted class		
		yes	no	Total
Actual class	yes	TP	FN	P
	no	FP	TN	N
Total		P'	N'	P + N

Gambar 23. *Confusion Matrix*

Pada gambar tersebut ditunjukkan, nilai *True Positive* didefinisikan sebagai *positive tuple* yang diklasifikasikan dengan benar oleh model. *True Negative* adalah *negative tuple* yang diklasifikasikan dengan benar oleh model. Sementara itu, *False Positive* adalah *negative tuple* yang diklasifikasikan sebagai kelas positif oleh model. *False Negative* adalah *positive tuple* yang diklasifikasikan sebagai kelas negatif oleh model klasifikasi. Berdasar *confusion matrix* pada gambar tersebut, kinerja model klasifikasi dapat dihitung,



Gambar 22. *Confusion Matrix*

Dari **Gambar 24** diketahui bahwa nilai actual dengan data test sebanyak 506 gambar. Model memproses data test yang menghasilkan nilai TP (*True Positive*) dengan class `without_mask` sebanyak 480 gambar dengan nilai FP (*False Negative*) sebanyak 3 citra, untuk nilai FN (*False Negative*) sebanyak 3 gambar dan nilai TN (*true negative*) sebanyak 506 gambar.

Rumus perhitungan akurasi terhadap nilai *confusion matriks* adalah sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FP} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{480+506}{480+3+506+3} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{986}{992} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 99,395 \text{ dibulatkan menjadi } 99,4\%$$

Dari hasil perhitungan akurasi dalam nilai *confusion matrix* berdasarkan *sample* data test didapatkan presentase sebanyak 99,4 %. Selanjutnya dilakukan prediksi model

berdasarkan data test untuk memprediksi *sample* yang menggunakan masker, berikut hasil output dari prediksi model untuk data test sebagai berikut :



Gambar 23. Hasil prediksi *with_mask*

Dari gambar diatas, dapat dilihat bahwa prediksi dari model yang digunakan pada data test berhasil memprediksi gambar yang menggunakan masker dengan benar, sebanyak 20 sample data gambar yang ada pada data *test*.

Pengujian Kemampuan Sistem Mendeteksi Wajah

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sample secara *realtime* dan dengan posisi yang berbeda – beda, pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi wajah dan memberikan informasi apakah objek wajah tersebut menggunakan masker atau tidak dengan berbagai sudut/angle pengambilan.

Tabel 10. Pengujian Sistem Deteksi Wajah Ber-Masker

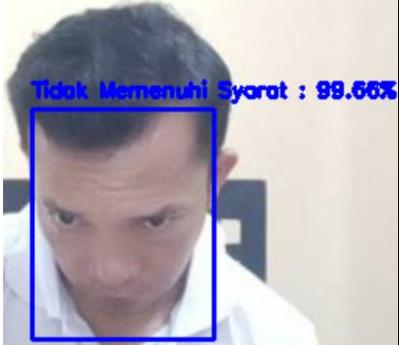
No	Posisi/Sudut Pengambilan Gambar	Gambar Tangkapan Kamera	Hasil	
			Sesuai	Tidak Sesuai
1	Posisi menghadap kamera		√	
2	Posisi 90 derajat menghadap ke kiri		√	

3	Posisi 90 derajat menghadap ke kanan		√	
4	Posisi wajah menghadap keatas		√	
5	Posisi wajah menghadap kebawah		√	

Pada **tabel 10** dalam pengujian sistem dilakukan dalam kondisi menggunakan maske, dengan mengambil 5 posisi/sudut pengambilan gambar oleh kamera secara *realtime* diantaranya posisi menghadap tegak lurus ke kamera, posisi menghadap kiri , posisi menghadap kanan , posisi melihat ke atas , dan posisi melihat kebawah. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah sistem dapat mendeteksi wajah pengguna masker.

Tabel 11. Pengujian Sistem Deteksi Wajah Tidak Ber-Masker

No	Posisi/Sudut Pengambilan Gambar	Gambar Tangkapan Kamera	Hasil	
			Sesuai	Tidak Sesuai
1	Posisi menghadap kamera		√	

2	Posisi 90 derajat menghadap ke kiri		√	
3	Posisi 90 derajat menghadap ke kanan		√	
4	Posisi wajah menghadap keatas		√	
5	Posisi wajah menghadap kebawah		√	

Pada **tabel 11** dalam pengujian sistem dilakukan dalam kondisi tidak menggunakan maske, dengan mengambil 5 posisi/sudut pengambilan gambar oleh kamera secara *realtime* diantaranya posisi menghadap tegak lurus ke kamera, posisi menghadap kiri , posisi menghadap kanan , posisi melihat ke atas , dan posisi melihat kebawah. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah sistem dapat mendeteksi wajah yang tidak pengguna masker.

KESIMPULAN

Implementasi *deep learning* menggunakan *framework tensorflow* dan *keras* dengan metode *convolution neural network* untuk mendeteksi wajah menggunakan masker, berbagai permasalahan yang muncul dalam penggunaan masker wajah telah diupayakan untuk

dapat ditangani dengan sistem ini, Adapun kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan *deep learning* dengan metode *convolution neural network* yang menghasilkan sebuah model dari proses training data dengan nilai akurasi mencapai 99,7 %, serta nilai loss mencapai 0,018%. Lalu nilai validation mencapai 99,6% dan nilai loss mencapai 0,009% sehingga model ini dapat digunakan untuk mendeteksi penggunaan masker wajah secara realtime.
2. Dala penelitian ini, dilakukan pengujian data training dengan 3 kali percobaan untuk masing-masing batch size dan epoch yang berbeda-beda, dengan tujuan mendapatkan model yang memiliki akurasi yang paling tinggi, dimana akurasi tertinggi diperoleh sebesar 99,7% pada batch size 200 dan epoch 100.
3. Telah berhasil dirancang sebuah program untuk mendeteksi wajah menggunakan masker dengan menggunakan bahasa pemrograman python dan framework tensorflow, keras dengan mengimplementasikan model dari hasil training (my_model.h5) kedalam kode program untuk dapat mendeteksi penggunaan masker melalui tangkapan kamera secara realtime.
4. Sistem tidak berhasil (gagal) mendeteksi penggunaan masker jika dilihat dari jenis penutup wajah yng digunakan, dimana sebagai contoh pada saat wajah ditutupi sebagian dengan kertas, maka sistem mendeteksi objek tersebut menggunakan masker.
5. Pada pengujian dengan jarak tangkapan kamera, maka jarak maksimum adalah 2 meter, jika lebih system tidak memberikan respon atas tangkapan video dari sebuah kamera.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Pulung Adi Nugroho, Indah Fenriana, Rudi Arijanto M.Kom. 2020. Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Pada Ekspresi Manusia. Jurnal ALGOR, 2-1
- [2] Dufan J.P Mananjang, Sherwin R.U.A.Sompie, Agustinus Jacobus. 2020. Implementasi Framework Tensorflow Object Detection Dalam Mengklasifikasi Jenis Kendaraan Motor. Jurnal Teknik Informatika. 15-3 ,171-178.
- [3] Rahim Arham, Dkk. (2020). Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Penggunaan Masker. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi. 10-2, 109-115.
- [4] Putra, Darma. 2010. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : ANDI, 2010
- [5] Mohit Sewak, Md.Rezaul Karim, Pradeep Pujari. 2018. *Practical Convolutional Neural Networks*. Mumbai : Packt Publishing Ltd, 2018.
- [6] Pramod Singh, Avinash Manure. 2020. *Learn TensorFlow 2.0 : Implement Mechine Learning and Deep Learning*. India : Apress, 2020.
- [7] Wahyuno,Teguh. 2018. *Fundamental Of Python For Mechine Learning*. Yogyakarta : GAVA MEDIA, 2018
- [8] Silaparasetty, Vinita. 2020. *Deep Learning Project Using TensorFlow 2 : Neural Network Development with Python and Keras*. India :Apress, 2020.
- [9] Budiharto, Widodo. 2018. Pemrograman Python Untuk Ilmu Komputer Dan Teknik. Yogyakarta : ANDI OFFSET, 2018
- [10] Bharath Ramsundar, Reza Bosagh Zadeh. 2018. *TensorFlow for Deep Learning From Linear Regressionto Reinforcement Learning*. United States Of America : O'Reilly Media, Inc, 2018.
- [11] Hermawan, Egie. (2021). Klasifikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Masker atau Atau Tidak Dengan Mengimplementasi Metode CNN (Convolutional Neural

- Network). Jurnal Industri Kreatif dan Informatika Series (JIKIS). 01-01.
- [12] Kurniadi Ahmad, Dkk. (2020). Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Varietas Pada Citra Daun Sawi Menggunakan Keras. *Journal Of Computer and Information Technology*. 4-1 , 25-33
- [13] dr. Pittara (2022) , Virus Corona, <https://www.alodokter.com/virus-corona>
- [14] **Rafki Fachrizal** Editor: **Dayu Akbar** <https://infokomputer.grid.id/read/121744301/mengenal-beberapa-perpustakaan-machine-learning-berbasis-python?page=all>
- [15] Idhawati Hestningsih (2018), Pengolahan Citra, <https://sdislam-aljamal.sch.id/uploads/pengolahan-citra.pdf>