Computer Vision: Deteksi Masker Wajah Prediksi Usia Jenis Kelamin dengan Teknik Deep Learning Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)

Abu Sopian[1)*)], Dedi Setiadi[2)], Rano Agustino[3)]

[1)2)]Teknik Informatika, Fakultas Komputer, Universitas Mohammad Husni Thamrin
[3)]Sistem Informasi, Fakultas Komputer, Universitas Mohammad Husni Thamrin
[*)]**Correspondence author**: abu.sopian355@gmail.com, Jakarta, Indonesia
DOI: https://doi.org/10.37012/jtik.v10i2.2395

Abstrak

Sejak pandemi COVID-19, penggunaan masker wajah menjadi langkah penting untuk mencegah penyebaran virus, memerlukan sistem otomatis untuk mendeteksi kepatuhan penggunaan masker. Teknologi computer vision muncul sebagai solusi potensial untuk mempermudah deteksi penggunaan masker dalam skala besar. Selain itu, teknologi pengenalan wajah telah berkembang pesat, memungkinkan identifikasi atribut lain seperti jenis kelamin dan usia dari gambar wajah. Penelitian ini mengembangkan model deep learning berbasis Convolutional Neural Network (CNN), khususnya MobileNet, untuk mendeteksi masker wajah dan memprediksi atribut wajah seperti jenis kelamin dan usia, meskipun sebagian wajah tertutupi masker. Model ini bertujuan meningkatkan efisiensi deteksi masker serta memberikan informasi demografis yang berguna dalam berbagai bidang, seperti kesehatan, retail, dan keamanan publik. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen dengan dataset gambar wajah yang mencakup individu dengan dan tanpa masker, serta data tambahan untuk prediksi jenis kelamin dan usia. Model dilatih dengan teknik transfer learning, dan dilakukan evaluasi menggunakan metrik precision, recall, F1-score, serta mean absolute error (MAE) untuk prediksi usia. Hasil eksperimen menunjukkan akurasi deteksi masker mencapai 99%, sedangkan prediksi jenis kelamin dan usia memiliki akurasi 98,75%, dengan sensitivity 98,5% dan specificity 99%. Implementasi model dalam aplikasi real-time menggunakan OpenCV dan Tkinter menunjukkan latensi deteksi rendah dan responsivitas yang baik. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem otomatis berbasis teknologi computer vision untuk aplikasi praktis di berbagai sektor, sekaligus meningkatkan keselamatan publik melalui deteksi masker yang akurat dan cepat.

Kata Kunci: Deep Learning, Convolutional Neural Network (CNN), OpenCV

Abstract

Since the COVID-19 pandemic, the use of face masks has become an important step to prevent the spread of the virus, requiring an automated system to detect compliance with mask use. Computer vision technology has emerged as a potential solution to facilitate the detection of mask use on a large scale. Additionally, facial recognition technology has advanced rapidly, making it possible to identify other attributes such as gender and age from facial images. This research develops a deep learning model based on Convolutional Neural Network (CNN), specifically MobileNet, to detect facial masks and predict facial attributes such as gender and age, even though part of the face is covered by a mask. This model aims to improve the efficiency of mask detection and provide useful demographic information in various fields, such as health, retail and public safety. This research uses an experimental approach with a facial image dataset that includes individuals with and without masks, as well as additional data for gender and age prediction. The model was trained using transfer learning techniques, and evaluated using precision, recall, F1-score and mean absolute error (MAE) metrics for age prediction. Experimental results show that the accuracy of mask detection reaches 99%, while the prediction of gender and age has an accuracy of 98.75%, with a sensitivity of 98.5% and a specificity of 99%. Implementation of the model in a real-time application using OpenCV and Tkinter shows low detection latency

and good responsiveness. This research makes a significant contribution to the development of automated systems based on computer vision technology for practical applications in various sectors, while improving public safety through accurate and fast mask detection.

Keywords: *Deep Learning, Convolutional Neural Network (CNN), OpenCV*

PENDAHULUAN

Sejak kemunculan pandemi COVID-19 pada tahun 2020, penggunaan masker wajah telah menjadi langkah penting dalam upaya mencegah penyebaran virus di seluruh dunia. Pemerintah di berbagai negara mengeluarkan kebijakan wajib masker di tempat umum, yang mendorong perlunya sistem otomatis untuk mendeteksi apakah seseorang memakai masker atau tidak. Teknologi computer vision muncul sebagai solusi potensial untuk mempermudah deteksi penggunaan masker dalam skala besar. Selain itu, teknologi pengenalan wajah telah berkembang pesat, memungkinkan identifikasi atribut lain seperti jenis kelamin dan usia dari gambar wajah. Informasi ini dapat digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari pengumpulan data demografis hingga keamanan publik. Menggunakan teknologi deep learning, khususnya arsitektur Convolutional Neural Network (CNN), deteksi objek dan klasifikasi gambar telah menjadi lebih efisien dan akurat. Oleh karena itu, integrasi deteksi masker dengan prediksi jenis kelamin dan usia dapat menghasilkan sistem yang canggih dan serbaguna.

Dengan peningkatan penggunaan teknologi digital dan data biometrik, kemampuan untuk memprediksi atribut seseorang secara otomatis telah menjadi hal yang penting. Analisis data semacam ini dapat memberikan manfaat signifikan, seperti di bidang pemasaran untuk personalisasi produk, dalam kesehatan untuk pemantauan keselamatan, atau bahkan di industri keamanan untuk identifikasi yang lebih akurat. Teknologi deep learning memainkan peran utama dalam bidang ini karena kemampuan pemrosesan data yang cepat dan akurat, yang semakin relevan dengan peningkatan kebutuhan akan solusi otomatis.

Dalam penelitian ini, ada beberapa permasalahan utama yang perlu diselesaikan, yaitu :

1) Bagaimana caranya mengembangkan model deep learning yang dapat mendeteksi masker wajah secara akurat? Hal ini membutuhkan model yang tidak hanya mengenali wajah, tetapi juga menentukan apakah seseorang mengenakan masker.

2) Bagaimana cara memprediksi jenis kelamin dan usia seseorang hanya dari gambar wajah yang mungkin tertutupi sebagian oleh masker? Ketika bagian dari wajah tertutupi, informasi yang tersedia menjadi terbatas, sehingga membuat prediksi menjadi lebih kompleks.
3) Bagaimana mengimplementasikan sistem ini untuk aplikasi real-time, sehingga dapat beroperasi secara responsif dengan latensi yang rendah? Tantangan ini memerlukan pendekatan teknis yang cermat untuk memastikan bahwa deteksi dan prediksi dapat dilakukan secara efisien tanpa mengorbankan akurasi.

Tujuan penelitian ini adalah :

1) Mengembangkan model deep learning berbasis CNN (menggunakan MobileNet) untuk deteksi masker wajah.
2) Memperluas model untuk memprediksi jenis kelamin dan usia dari wajah yang dideteksi.
3) Mengimplementasikan model dalam aplikasi real-time menggunakan OpenCV dan GUI berbasis Tkinter.

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1) Meningkatkan keselamatan publik melalui deteksi masker wajah yang otomatis.
2) Menyediakan data demografis yang akurat melalui prediksi usia dan jenis kelamin untuk berbagai keperluan analisis.
3) Menghasilkan aplikasi yang mudah digunakan untuk kebutuhan praktis dalam berbagai sektor, seperti kesehatan, retail, dan keamanan.

Computer vision adalah Visi komputer menggunakan artificial intelligence (AI) untuk melihat dan menafsirkan data visual untuk meningkatkan proses, mempercepat waktu respons situasional yang proaktif, serta meningkatkan nilai bisnis dan pelanggan. Visi komputer adalah jenis AI yang memungkinkan komputer dan sistem bertindak berdasarkan informasi yang diperoleh dari gambar dan video. Visi komputer menggabungkan komputasi edge, komputasi cloud, perangkat lunak, dan model deep learning AI untuk mengenali, mengklasifikasikan, menganalisis, dan mengambil tindakan berdasarkan data visual yang dikumpulkan. (what-is-computer-vision.html, 2024)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu jenis neural network yang biasanya digunakan dalam pengolahan data image. Konvolusi atau biasa yang disebut dengan convolution adalah matriks yang memiiki fungsi melakukan filter pada gambar. Convolutional Neural Networkmemiliki beberapa layer yang difungsikan untuk melakukan filterpada setiap prosesnya. Prosesnya disebut dengan proses training. Pada proses training terdapat 3 tahapan yaitu Convolutional layer, Pooling layer, dan Fully connected layer. (Santoso & Ariyanto, 2018)

Convolutional Neural Network (CNN) adalah arsitektur yang paling banyak digunakan untuk tugas ini karena kemampuannya yang efisien dalam mengekstraksi fitur-fitur hierarkis dari gambar wajah. Pengenalan ini dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu di kenali atau tidak dikenali, setelah dilakukan perbandingan denganpola yang sebelumnya disimpan di alam database, secara umum, system pengenalan wajah dibagi menjadi 2 jenis, yaitu system Feature based dan image based. Pada sistem pertama digunakan fitur yang disktraksi dari komponen citra wajah (mata,hidung,mulut,dll) dan kemudian hubungan antara fitur-fitur dimodelkan secara geometris. (Marcelio, Azzikra, Mufazzal, Illahi, Al Husain, & Abdiansah, 2024)

Implementasi model deep learning untuk deteksi objek telah banyak digunakan di berbagai produk riset hingga produk komersil seperti self driving car, cctv cerdas, dan lain-lain. Namun sangat disayangkan, penggunaan deep learning untuk object detection ini membutuhkan perangkat yang cukup mahal seperti GPU atau spesifikasi PC yang cukup tinggi Mobilenet model adalah salah satu arsitektur convolutional neural network (CNN) yang dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan akan computing resource berlebih. (Ariyani, Nugroho, & Toyyib Mubarok, 2022)

Proses utama pada CNN merupakan konvolusi ,menggunakan lapisan konvolusi untuk memproses input citra dengan mengambil informasi dari area kecil dalam gambar dan menghitung konvolusi antara area tersebut dan filter atau kernel yang digeser melintasi citra untuk menghasilkan fitur -fitur tertentu. (Imanuela Natun, Santhia, & Kaesmetan, 2024)

MobileNet adalah salah satu arsitektur CNN yang dioptimalkan untuk perangkat mobile dan sistem dengan keterbatasan sumber daya komputasi. MobileNet menggunakan teknik depthwise separable convolution untuk mengurangi jumlah parameter, yang

memungkinkan pemrosesan lebih cepat tanpa mengorbankan akurasi secara signifikan. Arsitektur ini cocok untuk aplikasi real-time, seperti deteksi wajah dan pengenalan atribut pada perangkat dengan daya komputasi rendah. MobileNet telah menjadi pilihan populer dalam aplikasi computer vision karena keseimbangan antara performa dan efisiensi yang ditawarkannya.

Dalam penelitian ini, MobileNet digunakan sebagai arsitektur dasar untuk melatih model deteksi masker dan prediksi atribut wajah lainnya. Model ini dirancang agar dapat beroperasi secara efektif di lingkungan yang bervariasi, termasuk di perangkat mobile atau sistem terpasang yang memiliki keterbatasan dalam hal daya komputasi.

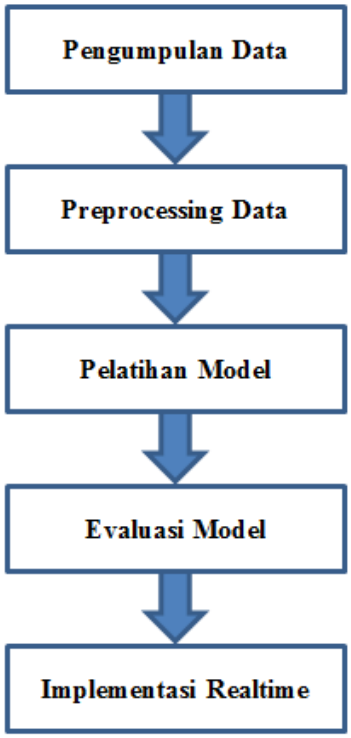
Open Computer Vision (OpenCV) merupakan library open source yang tujuannya dikhususkan untuk melakukan pengolahan citra. Maksudnya adalah agar komputer mempunyai kemampuan yang mirip dengan cara pengolahan visual pada manusia. OpenCV telah menyediakan banyak algoritma visi komputer dasar. OpenCV juga menyediakan modul pendeteksian objek yang menggunakan metode computer vision. (Zulkhaidi, Maria, & Yulianto, 2019)

OpenCV adalah pustaka open-source yang digunakan untuk aplikasi computer vision, sedangkan Tkinter adalah pustaka GUI standar untuk Python yang memungkinkan pembuatan antarmuka pengguna. OpenCV adalah pustaka open-source yang sangat populer untuk computer vision. Pustaka ini menyediakan berbagai fungsi untuk pemrosesan gambar, deteksi objek, dan analisis video, yang membuatnya ideal untuk aplikasi deteksi real-time. Dalam penelitian ini, OpenCV digunakan untuk menangani deteksi wajah dan pengenalan atribut seperti masker wajah. Sementara itu, Tkinter adalah pustaka GUI standar untuk Python yang memungkinkan pembuatan antarmuka pengguna yang sederhana namun fungsional. Integrasi antara OpenCV dan Tkinter memungkinkan pembuatan aplikasi real-time yang interaktif, yang mempermudah pengguna untuk berinteraksi dengan sistem

METODE

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Pendekatan eksperimen ini dilakukan dengan cara melatih model deep learning menggunakan dataset yang telah disiapkan, kemudian menguji model

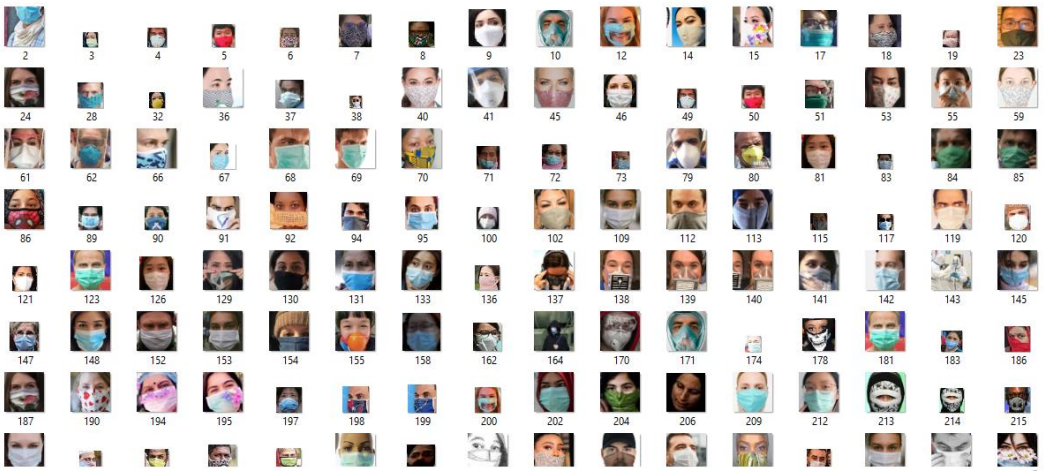
tersebut untuk menilai akurasi dan performanya. Eksperimen ini melibatkan pengaturan hyperparameter, pemilihan arsitektur yang optimal, serta penggunaan data pelatihan, validasi, dan pengujian yang terpisah untuk memastikan hasil yang obyektif. Dalam penelitian pendekatan eksperimen ini menggunakan tahapan penelitian sebagai berikut :



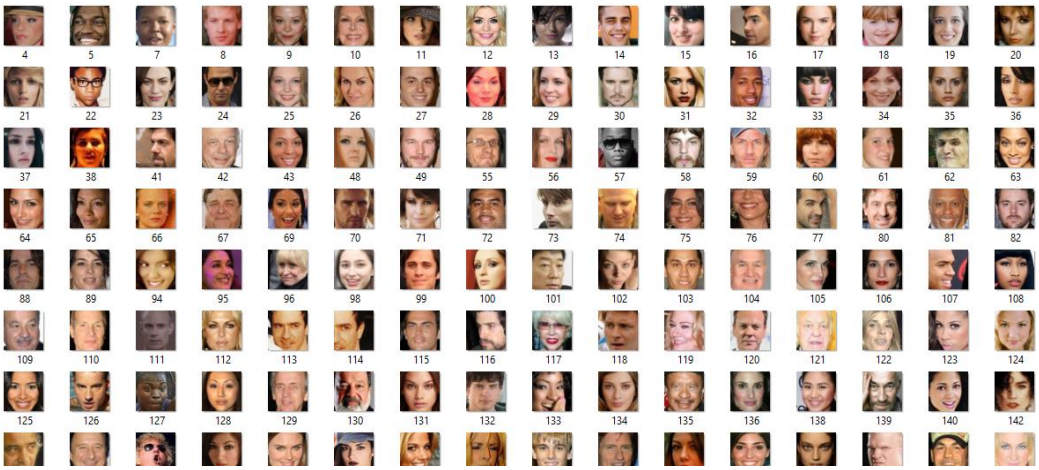
Gambar 1. Tahapan Penelitian

1) Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan berisi gambar wajah yang dikategorikan berdasarkan penggunaan masker, jenis kelamin, dan usia. Data ini dapat diambil dari dataset publik atau diambil secara manual melalui kamera. Data set foto wajah menggunakan masker sebanyak 1000 record, dan data set foto wajah tanpa masker sebanyak 1000 record.



Gambar 2. Data Set Foto Wajah Menggunakan Masker



Gambar 3. Data Set Foto Wajah Tanpa Masker

2) Preprocessing Data

Deteksi Wajah: Menggunakan teknik deteksi wajah dengan OpenCV untuk mengekstrak wajah dari gambar.

Augmentasi Data: Melakukan augmentasi data seperti rotasi, zoom, flip, dan penyesuaian brightness untuk meningkatkan keragaman dataset.

Normalisasi: Mengubah gambar menjadi skala grayscale atau normalisasi intensitas pixel untuk meningkatkan performa model.

3) Pelatihan Model

Menggunakan MobileNet sebagai arsitektur dasar CNN.

Melatih model dengan dataset yang telah diproses, dengan pembagian data menjadi data latih, validasi, dan pengujian.

Menggunakan teknik transfer learning untuk memanfaatkan model pretrained dan mengurangi waktu pelatihan.

4) Evaluasi Model

Mengukur akurasi deteksi masker dengan metrik precision, recall, dan F1-score.

Mengukur akurasi prediksi jenis kelamin dan usia menggunakan metrik klasifikasi dan mean absolute error (MAE) untuk prediksi usia.

Melakukan validasi silang untuk memastikan generalisasi model.

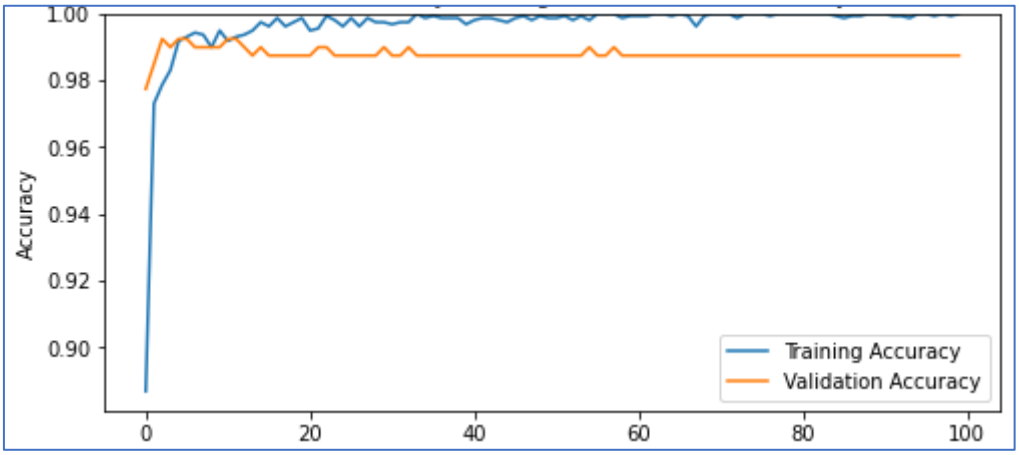
5) Implementasi Realtime

Mengintegrasikan model dengan OpenCV untuk melakukan deteksi masker dan prediksi jenis kelamin serta usia secara real-time. Menggunakan Tkinter untuk membuat antarmuka GUI yang sederhana dan mudah digunakan.

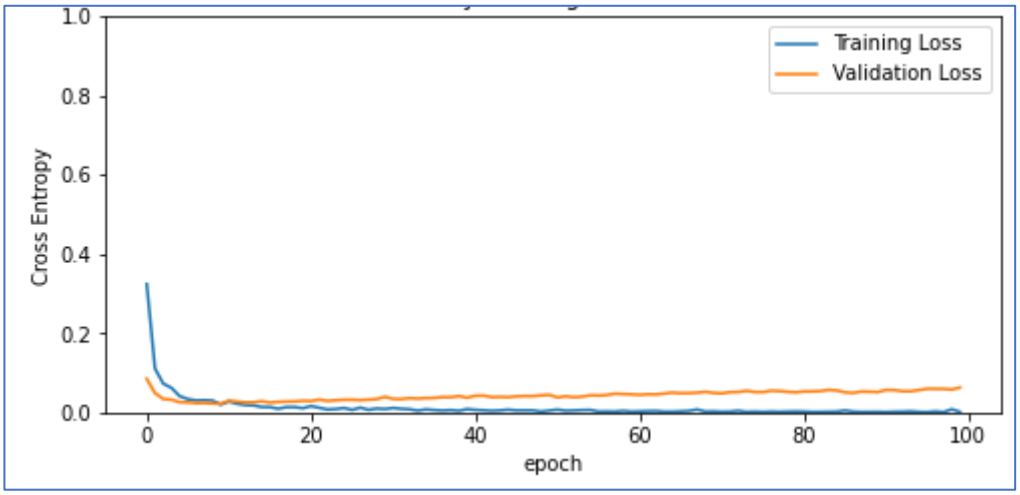
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pelatihan Model

Pelatihan model dilakukan menggunakan teknik Deep Learning dengan algoritma Convolutional Neural Network (CNN), untuk data model menggunakan data set foto wajah menggunakan masker sebanyak 1000 record dan data set wajah tanpa masker sebanyak 1000 record. Data model dibagi 20% untuk pengujian dan 80% untuk pelatihan. Selanjutnya dilakukan klasifikasi berdasarkan jenis kelamin pria atau wanita. Dari hasil pelatihan model, termasuk grafik konvergensi loss dan akurasi selama proses pelatihan.



Gambar 4. Model Accuracy Training and Validation Accuracy



Gambar 5. Model Accuracy Training and Validation Loss

2. Evaluasi Deteksi Masker

Dari hasil analisis performa model dalam mendeteksi penggunaan masker, termasuk false positives dan false negatives, didapat hasil presision menggunakan masker dan tidak menggunakan masker nilai akurasi 99%.

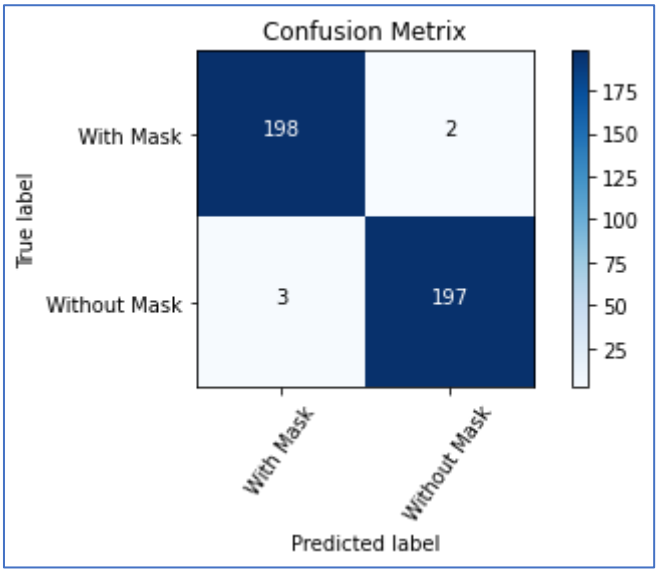
```
evaluating network
              precision    recall  f1-score   support

    WithMask       0.99      0.99      0.99       200
 WithoutMask       0.99      0.98      0.99       200

    accuracy                           0.99       400
   macro avg       0.99      0.99      0.99       400
weighted avg       0.99      0.99      0.99       400
```

Gambar 6. Hasil Evaluasi

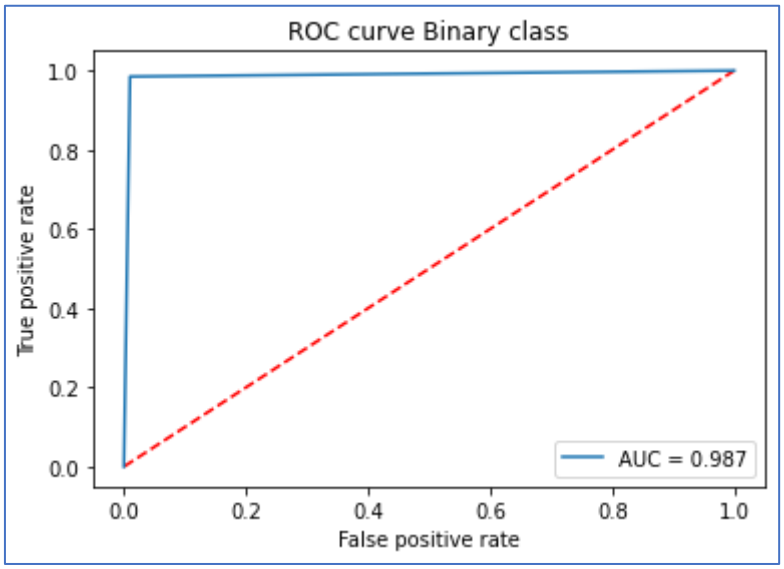
Dari hasil klasifikasi model data dengan normalisasi menampilkan data uji dapat dilihat tabel confusion metrix berikut ini : `[[198, 2], [3, 197]]`



Gambar 7. Hasil Evaluasi Kinerja Model Klasifikasi dengan Normalisasi

3. Evaluasi Prediksi Jenis Kelamin dan Usia

Sedangkan hasil prediksi jenis kelasmin dan usia akurasi prediksi jenis kelamin dan analisis prediksi usia, serta contoh kesalahan prediksi didapat hasil sensitivity: 0,985%, specificity: 0,99% dan accuracy: 0,9875%.



Gambar 8. ROC Curve Binary Class

Berdasarkan hasil analisis diatas maka prediksi deteksi wajah menggunakan masker dan tidak menggunakan masker berdasarkan jenis kelamin dan usia maka diddapatkan hasil yang signifikan yaitu sensitivity: 0,985%, specificity: 0,99% dan accuracy: 0,9875%.

4. Implementasi Realtime

Hasil implementasi dalam aplikasi real-time, termasuk latensi deteksi dan prediksi serta analisis responsivitas, Berdasarkan hasil analisis diatas maka prediksi deteksi wajah menggunakan masker dan tidak menggunakan masker berdasarkan jenis kelamin dan usia maka diddapatkan hasil yang signifikan yaitu sensitivity: 0,985%, specificity: 0,99% dan accuracy: 0,9875%.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan hasil yaitu :

1) Cara mengembangkan model deep learning yang dapat mendeteksi masker wajah secara akurat yaitu dengan menggunakan MobilNet menggunakan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) Melatih model dengan dataset yang telah diproses, dengan pembagian data menjadi data latih, validasi, dan pengujian.

Menggunakan teknik transfer learning untuk memanfaatkan model pretrained dan mengurangi waktu pelatihan. Pelatihan model dilakukan menggunakan teknik Deep Learning dengan algoritma Convolutional Neural Network (CNN), untuk data model menggunakan data set foto wajah menggunakan masker sebanyak 1000 record dan data set wajah tanpa masker sebanyak 1000 record. Data model dibagi 20% untuk pengujian dan 80% untuk pelatihan. Selanjutnya dilakukan klasifikasi berdasarkan jenis kelamin pria atau wanita. Dari hasil pelatihan model, termasuk grafik konvergensi loss dan akurasi selama proses pelatihan.

2) Cara memprediksi jenis kelamin dan usia seseorang hanya dari gambar wajah yang mungkin tertutupi sebagian oleh masker yaitu dengan metrik precision, recall, dan F1-score. Mengukur akurasi prediksi jenis kelamin dan usia menggunakan metrik klasifikasi dan mean absolute error (MAE) untuk prediksi usia. Melakukan validasi silang untuk memastikan generalisasi model. Hasil prediksi jenis kelasmin dan usia akurasi prediksi jenis kelamin dan analisis prediksi usia, serta contoh kesalahan prediksi didapat hasil sensitivity: 0,985%, specificity: 0,99% dan accuracy: 0,9875%.

3) Untuk mengimplementasikan sistem ini untuk aplikasi real-time, sehingga dapat beroperasi secara responsif dengan latensi yang rendah yaitu dengan mengintegrasikan model dengan OpenCV untuk melakukan deteksi masker dan prediksi jenis kelamin serta usia secara real-time. Menggunakan Tkinter.

REFERENSI

Ariyani, S., Nugroho, A. B., & Toyyib Mubarok, A. S. (2022). Alat Bantu Pendeteksi Objek Untuk Tuna Netra Berbasis AI. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM), IV*(1), 73-90.

Aliyu, I, Bomoi, MA, & Maishanu, M (2022). A comparative study of eigenface and fisherface algorithms based on opencv and sci-kit libraries implementations. *International Journal of Information ...*, academia.edu, https://www.academia.edu/download/90705727/IJIEEB_V14_N3_4.pdf

Baldi, P (2021). *Deep learning in science*., Cambridge University Press

Berner, J, Grohs, P, Kutyniok, G, & ... (2021). The modern mathematics of deep learning. *arXiv preprint arXiv …*, cambridge.org

Howse, J, & Minichino, J (2020). *Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3: Get to grips with tools, techniques, and algorithms for computer vision and machine learning*., books.google.com

Imanuela Natun, N. C., Santhia, M. A., & Kaesmetan, Y. R. (2024). Identifikasi Pengenalan Wajah Berdasarkan Jenis Kelamin Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Journal of Technology and Informatics (JoTI), VI*(1), 51-57.

Marcelio, C., Azzikra, M. A., Mufazzal, D. P., Illahi, A. R., Al Husain, S., & Abdiansah. (2024). Aplikasi Analisis Wajah, Klasifikasi Gender dan Prediksi Usia Menggunakan Deep Learning pada Dataset Citra Wajah Manusia. *Jurnal Media Infotama, XX*(1), 378-383.

Pane, SF, & Abdullah, FN (2020). *Dasar Dasar OpenCV*., books.google.com

Rathore, AS (2019). Lane detection for autonomous vehicles using OpenCV library. *International Research Journal of Engineering and …*, academia.edu, https://www.academia.edu/download/58350858/IRJET-V6I1245.pdf

Raguraman, P, Meghana, A, Navya, Y, & ... (2021). Color detection of RGB images using python and OpenCv. *International Journal of …*, academia.edu, https://www.academia.edu/download/65868677/CSEIT217119.pdf

Santoso, A., & Ariyanto, G. (2018). Implementasi Deep Learning Berbasis Keras Untuk Pengenalan Wajah. *Jurnal Teknik Elektro, XVII*(1), 15-21.

Thompson, NC, Greenewald, K, Lee, K, & ... (2020). The computational limits of deep learning. *arXiv preprint arXiv …*, assets.pubpub.org, https://assets.pubpub.org/9c76pmmn/11686018723236.pdf

what-is-computer-vision.html. (2024). Dipetik November 20, 2024, dari https://www.intel.co.id/: https://www.intel.co.id/content/www/id/id/learn/what-is-computer-vision.html

Zulkhaidi, T. A.-S., Maria, E., & Yulianto. (2019). Pengenalan Pola Bentuk Wajah dengan OpenCV. *JURTI, III*(2), 181-186.

Zhang, A, Lipton, ZC, Li, M, & Smola, AJ (2021). Dive into deep learning. *arXiv preprint arXiv:2106.11342*, arxiv.org, https://arxiv.org/abs/2106.11342