

Sistem Presensi Menggunakan Pengenalan Wajah dan Metode Deteksi Masker Pada Lingkungan Kampus

Sugeng Dwi Riyanto¹, Erna Alimudin², Catur Budi Utomo^{3*}

^{1,2,3}Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap

^{1,2,3}Jl. Dr. Soetomo No.1 Sidakaya Cilacap, Indonesia

E-mail: sugengdr82@gmail.com¹, ernaalimudin@pnc.ac.id², caturbudi446@gmail.com³

*penulis korespondensi

Abstrak - Pandemi Covid-19, setiap orang wajib menggunakan saat berada ditempat umum. Hal tersebut juga berlaku dikampus. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa setiap orang dilingkungan kampus telah menggunakan masker dengan baik dan benar. Salah satu caranya dengan membuat sistem presensi kehadiran dan pendeteksi masker pada lingkungan kampus. Hal tersebut dilakukan agar ketika mahasiswa berada dilingkungan kampus atau pada saat masuk pada ruangan dapat dipastikan menggunakan masker dan dapat mengenali nama pengguna. Metode yang digunakan yaitu pendeteksian pada wajah ketika menggunakan masker, dengan memanfaatkan library *face recognition* dan metode haar cascade pada masker. Dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pada 12 orang sebagai data uji pada kondisi terang diperoleh tingkat akurasi sebesar 80%, sedangkan pada kondisi berlampu turun menjadi 58%-60%, lalu pada kondisi gelap atau kurang cahaya turun menjadi 17%. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu tingkat akurasi pengenalan wajah cukup baik karena dapat mengenali pengguna pada kondisi terang, berlampu, dan kurang cahaya.

Kata kunci: Covid-19, masker, face reonition, Open CV, sistem presensi.

Abstract - The Covid-19 pandemic, everyone must use it when in public. This also applies on campus. Therefore, it is important to ensure that everyone in the campus environment has used masks properly and correctly. One way is to create a presence and mask detection system in the campus environment. This is done so that when students are in the campus environment or when entering the room, they can be sure to wear masks and can recognize usernames. The method used is the detection of the face when using a mask, by utilizing the face recognition library and the haar cascade method on the mask. Tested 3 times on 12 people as test data in bright conditions obtained an accuracy rate of 80%, while in light conditions it decreased to 58%-60%, then in dark or low light conditions it decreased to 17%. The conclusion that can be drawn is that the accuracy of facial recognition is quite good because it can recognize users in bright, lit, and low light conditions.

Keywords: Covid-19, masks, face recognition, Opencv, attendance system

1. PENDAHULUAN

Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) dinyatakan oleh WHO sebagai pandemi dan di Indonesia telah menyatakan COVID-19 sebagai bencana non-alam berupa wabah penyakit yang wajib dilakukan upaya penanggulangan sehingga tidak terjadi peningkatan kasus. Sejak Maret 2020 diberlakukan surat edaran NO. HK.02.01/MENKES/202/2020 yang berisi pemerintah selaku pembuat kebijakan, memberlakukan peraturan baru agar setiap orang dapat keluar rumah dan melakukan kegiatan tanpa harus khawatir terpapar virus COVID-19 ini [1]. Pada saat ini kasus yang terjadi yaitu 4,25 juta kasus Covid-19 dan meninggal dunia sebesar 144 ribu jiwa. Berdasarkan data yang diperoleh hal tersebut sudah tidak dapat dianggap biasa saja karena bias saja bertambah jika tidak dilakukannya pencegahan. Sehingga pemerintah memberlakukan peraturan bagi setiap orang yang akan keluar rumah wajib menggunakan masker, mencuci tangan menggunakan sabun ataupun hand sanitizer dan juga tetap melakukan jaga jarak minimal 1 meter. Hal tersebut dilakukan bertujuan agar dapat mengurangi angka kasus Covid-19.

Penggunaan masker merupakan bagian dari rangkaian komprehensif langkah pencegahan dan pengendalian yang dapat membatasi penyebaran penyakit-penyakit virus saluran pernapasan tertentu, termasuk COVID-19.

Masker dapat digunakan baik untuk melindungi orang yang sehat (dipakai untuk melindungi diri sendiri saat berkontak dengan orang yang terinfeksi) atau untuk mengendalikan sumber (dipakai oleh orang yang terinfeksi untuk mencegah penularan lebih lanjut) [2].

Kondisi tersebut juga berlaku untuk para mahasiswa dilingkungan kampus. Di mana setiap mahasiswa wajib menggunakan masker saat melakukan proses belajar mengajar dan juga melakukan jaga jarak agar dapat terhindar dari penyebaran virus Covid-19 ini [3]. Namun masih banyak mahasiswa maupun dosen yang belum menerapkan protokol kesehatan pada lingkungan kampus padahal hal tersebut sangat penting. Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan pada penelitian sebelumnya, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. State of The Art

Jurnal	Penulis	Tahun	Spesifikasi	
			Metode	Keterangan
Jurnal 1	Nugroho, Hendro Kurniawan, Muchamad Saidatin, Naili [4]	2019	Haar-Like	Fitur Mendeteksi mata pengguna
Jurnal 2	Lambacing, Musakkarul Mu'minin [5] Ferdiansyah, Ferdiansyah	2020	Deep Learning (MobileNetV2)	Mendeteksi masker
Jurnal 3	Firmansyah, Riza Agung Alfianto, Enggar [6]	2018	Haar-Cascade Dan Local Binary Pattern	Mendeteksi objek berdasarkan file cascade yang dibuat
Jurnal 4	Shaikh, Mahalakshmi Vadivel, R. [7]	2018	Haar Classifier dan LBP Histogram	Mengenali wajah berdasarkan struktur warna
Jurnal 5	Qingzhong Wang, Haoyi Xiong, Pengfei Zhang, Jian Zhao [8]	2021	Face Recognition Library	Mendeteksi wajah pengguna berdasarkan titik-titik yang dibuat pada wajah

Pada penelitian ini, dalam upaya pencegahan penyebaran virus Covid-19 ini diciptakan sebuah alat deteksi masker dengan sistem pengenalan wajah sebagai absensi. Hal tersebut dilakukan agar mengurangi resiko penularan virus dilingkungan kampus. Pada sistem presensi umumnya hanya digunakan sebagai pengenalan dan pendataan hadir dari pengguna, namun pada presensi ini memungkinkan untuk memberitahu pengguna untuk dapat menggunakan masker dengan baik dan benar pada lingkungan kampus terutama dalam ruangan, dimana pengembangan dari penelitian ini seperti dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya [9][10][11][12].

2. METODE

2.1 Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan dari pembuatan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a) Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak, spesifikasi yang dibutuhkan dalam pembuatan program antara lain:
 - 1) Sistem operasi yang digunakan: *Raspbian*.
 - 2) Aplikasi yang digunakan untuk membuat program pada Laptop: *IDLE (Python 3.8)*.
 - 3) Aplikasi yang digunakan untuk membuat program pada *Arduino Uno*: *Arduino IDE*.
- b) Analisa Kebutuhan Perangkat Keras

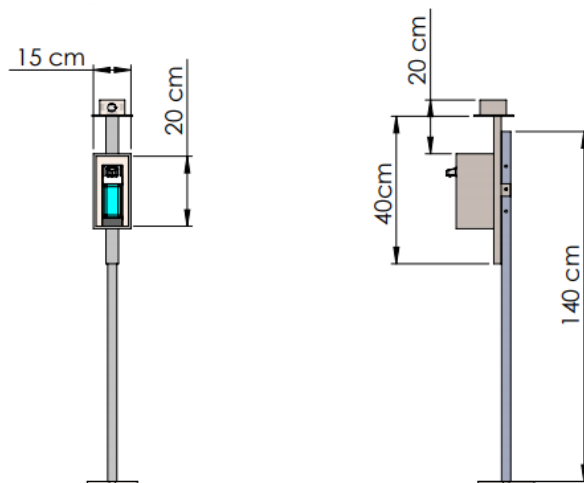
Penjelasan sistem membutuhkan beberapa perangkat keras, penjelasan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Perangkat Keras

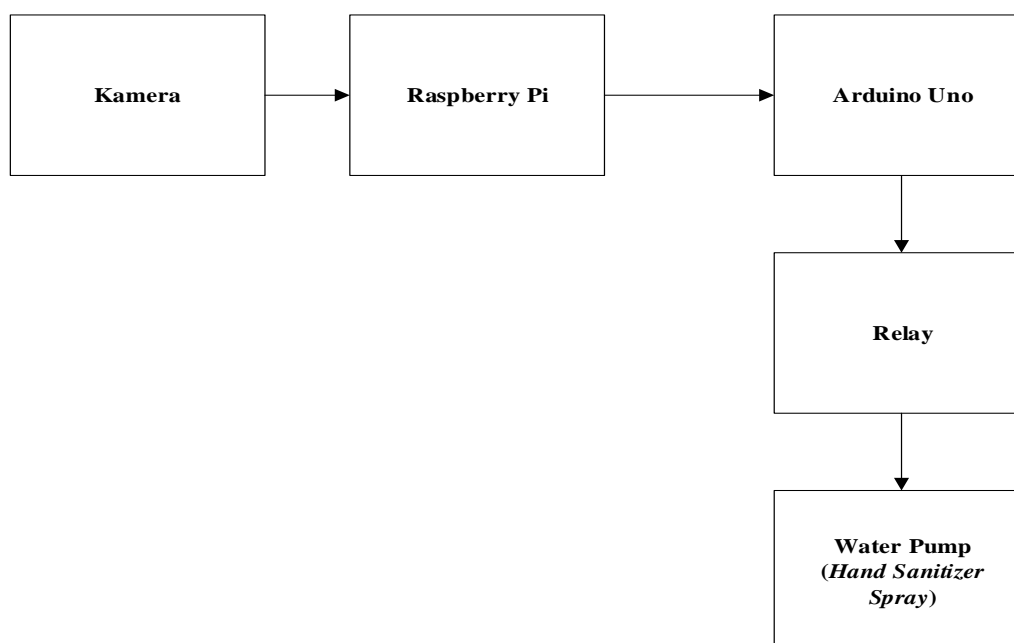
No.	Perangkat	Spesifikasi
1.	<i>Raspberry Pi3</i>	OS: <i>Raspbian</i> RAM: 2GB Memory: 64 GB CPU: Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz Port: <i>USB User Interface</i>
2.	<i>Arduino Uno</i> [13]	Digital pin: 14 pin Analog pin: 6 pin Flash memory: 32 KB SRAM: 2 KB EEPROM: 1 KB Clock speed: 16MHz
3.	Kamera	Type : <i>Logitech 930e</i> Video quality: 1080p 30fps

2.2 Desain Mekanik dan Perancangan Kelistrikan Kabel

Pada perancangan perangkat keras dilakukan pembuatan bagian-bagian alat dan merangkai sistem kelistrikan yang digunakan pada alat penelitian. Perancangan perangkat keras terdiri dari rancangan dari alat yang akan dibuat serta rangkaian kelistrikannya. Alat ini dibuat dengan tinggi tiang utama 140 cm lalu dapat diatur ketinggiannya berdasarkan letak lubang yang ada di tiang utama. Untuk ukuran kotak handsanitizer 10 x 12,5 x 20 cm, lalu ukuran kotak untuk tempat kamera yaitu 10 x 8 x 4,5 cm dan ukuran tiang penopang untuk kamera serta handsanitizer yaitu 40 cm. Untuk desain alat dapat dilihat pada Gambar 1.



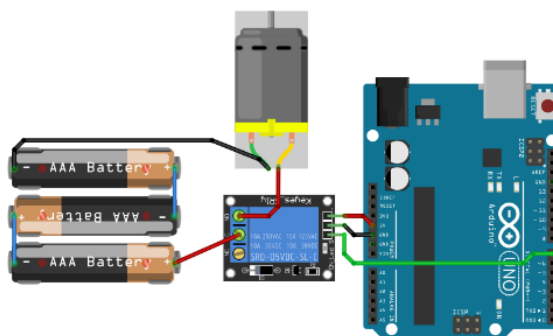
Gambar 2. Rancangan Desain Mekanik



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 2 merupakan diagram blok dari sistem yang akan dirancang yang terdiri dari input serta output yang dihasilkan. Input terdiri dari kamera web dengan resolusi 1080p yang akan mendeteksi input gambar untuk menangkap frame dari wajah dan objek yang dideteksi dalam bentuk video streaming. Gambar yang telah diterima dari kamera akan diolah melalui laptop. Output yang dihasilkan akan berupa *video streaming* yang menampilkan pendeteksi masker serta pengenalan wajah pada pengguna alat yang sudah terdaftar identitasnya pada *database* yang telah dibuat. pengambilan *database* identitas akan menggunakan metode training yang membandingkan identitas data positif dengan negative untuk mendapatkan *file cascade* yang akan digunakan

sebagai direktori librari pendeteksian. Setelah data pengguna teridentifikasi dan terdeteksi telah menggunakan masker maka penyemprot *hand sanitizer* bekerja melalui relay yang dikontrol menggunakan Arduino lalu penyemprot akan aktif dan menyemprotkan cairan handsanitizer. Hasil pengolahan deteksi dapat dilihat melalui display laptop.



Gambar 3. Wiring Arduino Uno, Relay dan Water pump

Pada Gambar 3 ditunjukkan rangkaian antara sumber berupa baterai dengan mikrokontroler dan input yang digunakan. Digunakan relay sebagai saklar pengatur *water pump* yang dikendalikan oleh Arduino saat *on* maupun *off*.

2.3 Data Latih dan Pengenalan Wajah Pengguna

Perancangan perangkat lunak dirancang berdasarkan diagram alir atau flowchart pada laptop dan *Arduino uno* dengan menggunakan bahasa pemrograman python. Pengujian ini bertujuan untuk mengambil gambar untuk membuat data latih yang akan digunakan pada pengenalan wajah yang sesuai dengan user. Data latih yang diambil adalah 16 orang dan data yang digunakan sebagai data uji adalah 12 orang. Gambar diambil lalu akan dilakukan penghapusan *background* gambar agar mengurangi noise pada pengenalan wajah. Gambar 4 merupakan proses penghapusan *background* pada data latih dan Gambar 5 merupakan hasil penghapusan *background* pada data latih.



Gambar 4. Penghapusan Background Pada Data Latih

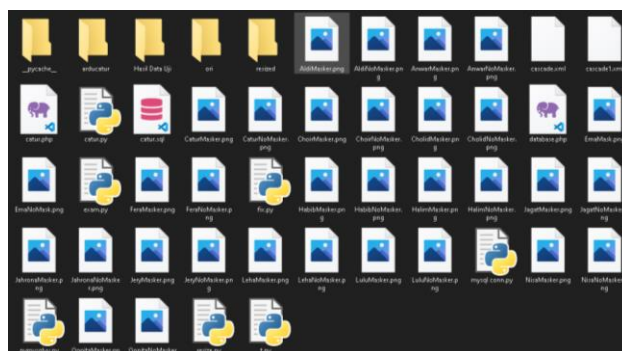
2.3.1 Perancangan Data Latih untuk Pengenalan Wajah dan Deteksi Masker

Perancangan data latih dimulai dengan pengumpulan data orang yang akan digunakan sebagai data latih. Terdapat 16 orang yang digunakan sebagai data latih dan menggunakan 12 orang sebagai data uji. Gambar 6 merupakan foto 16 orang yang digunakan sebagai data latih.



Gambar 5. Kumpulan data latih

Data latih tadi dimasukan bersama program dan dimasukan kedalam folder yang sama dan akan digunakan sebagai data latih pada program sehingga pada saat melakukan pengujian wajah dari pengguna dapat di kenali dengan baik. Gambar 6 merupakan hasil dari pengumpulan data latih dan program yang digunakan dalam satu folder.



Gambar 6. Data latih dan Program dalam satu folder

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

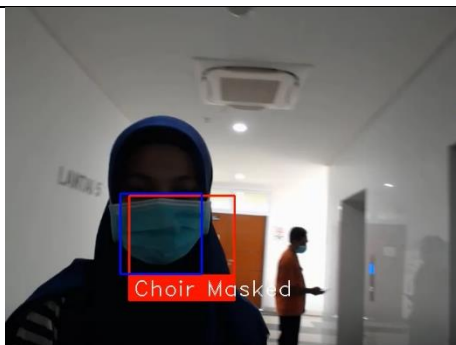
3.1 Pengujian Pada Kondisi Kurang Cahaya

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pada proses pengenalan wajah *user* pada kondisi kurang cahaya. Pengujian dilakukan menggunakan 12 orang sebagai data uji . Hasil dari pengujian pada *user* ditunjukkan pada Tabel 3.

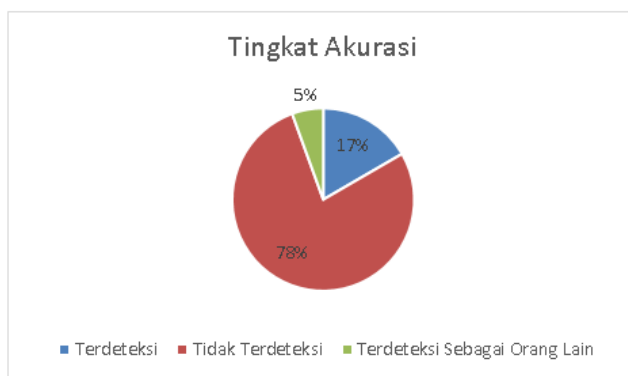
Tabel 3. Pengujian untuk kondisi kurang cahaya

No	Nama User	Terdeteksi Masker	Terdeteksi Sebagai
1	Qonita	Tidak	Tidak Terdeteksi
2	Choir	Ya	Choir
3	Jagat	Ya	Jagat
4	Nisa	Tidak	Tidak Terdeteksi
5	Catur	Tidak	Tidak Terdeteksi
6	Anwar	Tidak	Tidak Terdeteksi
7	Aldi	Ya	Aldi
8	Jahrona	Tidak	Tidak Terdeteksi
9	Jery	Tidak	Tidak Terdeteksi
10	Halim	Tidak	Tidak Terdeteksi
11	Lulu	Tidak	Tidak Terdeteksi
12	Leha	Ya	Choir

Dari pengujian 12 orang, hasil yang diperoleh dari pengujian adalah orang yang terdeteksi benar dan menggunakan masker yaitu 3 orang terdeteksi benar, 1 orang terdeteksi salah, dan 9 orang tidak terdeteksi. Gambar 7 merupakan contoh dari hasil identifikasi *user* 2 yang terdeteksi benar dan menggunakan masker.



Gambar 7. Hasil Identifikasi *User 2* pada kondisi kurang cahaya



Gambar 8. Grafik Tingkat Akurasi Pada Kondisi Kurang Cahaya

Pada hasil yang didapat dari perhitungan akurasi untuk pengujian pada 12 orang dikondisi kurang cahaya didapat 78% tidak terdeteksi, 17% terdeteksi, 5% terdeteksi sebagai orang lain. Maka dari itu hasil yang didapatkan pada kondisi kurang cahaya kurang dapat mengenali *user* dengan baik.

3.2 Pengujian Pada Kondisi Terang

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pada proses pengenalan wajah *user* pada kondisi terang. Pengujian dilakukan pada *user* dengan menggunakan 12 orang sebagai data uji. Hasil pengujian tingkat akurasi pada pengenalan wajah pada pengguna ditunjukkan pada Tabel 4.

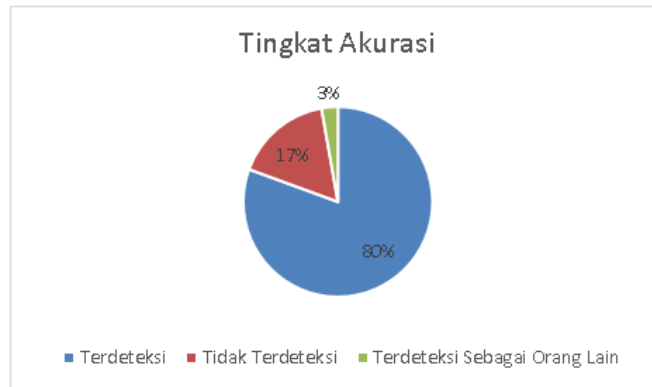
Tabel 4. Pengujian untuk kondisi Terang

No	Nama <i>User</i>	Terdeteksi Masker	Terdeteksi Sebagai
1	Qonita	Ya	Habib
2	Choir	Ya	Choir
3	Jagat	Ya	Jagat
4	Nisa	Ya	Nisa
5	Catur	Ya	Catur
6	Anwar	Ya	Anwar
7	Aldi	Ya	Aldi
8	Jahrona	Ya	Jahrona
9	Jery	Ya	Jery
10	Halim	Ya	Halim
11	Lulu	Tidak	Tidak Terdeteksi
12	Leha	Ya	Leha

Dari pengujian 12 orang, hasil yang diperoleh dari pengujian adalah orang yang terdeteksi benar dan menggunakan masker yaitu 11 orang terdeteksi benar dan 1 orang tidak terdeteksi. Gambar 9 merupakan contoh dari hasil identifikasi *user 1* yang terdeteksi benar dan menggunakan masker.



Gambar 9. Hasil identifikasi *User 1* pada kondisi terang



Gambar 10. Grafik Tingkat Akurasi Pada Kondisi Terang

Pada hasil yang didapat dari perhitungan akurasi untuk pengujian pada 12 orang dikondisi terang didapat 80% terdeteksi, 17% tidak terdeteksi, 3% terdeteksi sebagai orang lain. Maka dari itu hasil yang didapatkan pada kondisi Terang dapat mengenali *user* dengan sangat baik karena hampir dari setengah dari keseluruhan pengujian dapat mendeteksi *user* dengan benar.

3.3 Melakukan Pada Kondisi Ruangan Berlampu

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pada proses pengenalan wajah pengguna pada kondisi berlampu. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 12 orang sebagai pengujian. Hasil dari pengujian tingkat akurasi pada pengenalan wajah pada pengguna ditunjukkan pada Tabel 5.

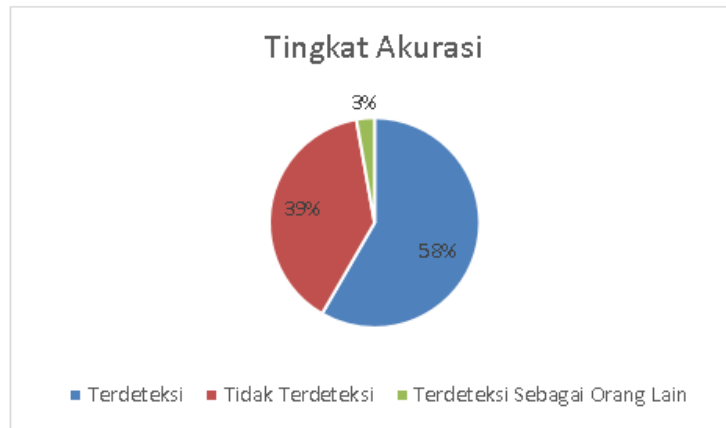
Tabel 5. Pengujian untuk kondisi ruangan berlampu

No	Nama <i>User</i>	Terdeteksi Masker	Terdeteksi Sebagai
1	Qonita	Ya	Qonita
2	Choir	Ya	Choir
3	Jagat	Ya	Jagat
4	Nisa	Tidak	Tidak Terdeteksi
5	Catur	Ya	Catur
6	Anwar	Ya	Anwar
7	Aldi	Ya	Aldi
8	Jahrona	Tidak	Tidak Terdeteksi
9	Jery	Ya	Jery
10	Halim	Ya	Habib
11	Lulu	Tidak	Tidak Terdeteksi
12	Leha	Ya	Leha

Dari pengujian 12 orang, hasil yang diperoleh dari pengujian adalah orang yang terdeteksi benar dan menggunakan masker yaitu 8 orang terdeteksi benar, 1 orang terdeteksi sebagai orang lain dan 3 orang tidak terdeteksi. Gambar 11 merupakan contoh dari hasil identifikasi *user 9* yang terdeteksi benar dan menggunakan masker.



Gambar 11. Hasil identifikasi *User 9* pada kondisi ruangan berlampu

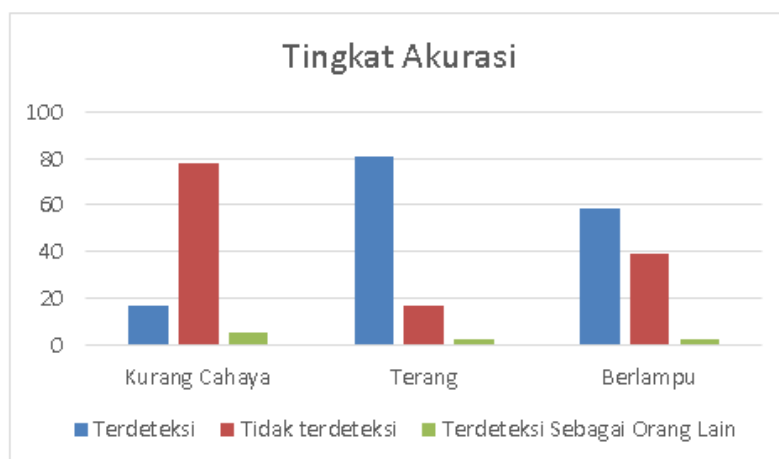


Gambar 12. Grafik Tingkat Akurasi Pada Kondisi Berlampu

Pada hasil yang didapat dari perhitungan akurasi untuk pengujian pada 12 orang dikondisi terang didapat 58% terdeteksi, 39% tidak terdeteksi, 3% terdeteksi sebagai orang lain. Maka dari itu hasil yang didapatkan pada kondisi berlampu dapat mengenali *user* dengan cukup baik karena hampir dari setengah dari keseluruhan pengujian dapat mendeteksi *user* dengan benar.

3.4 Pengujian Tingkat Akurasi Pada Deteksi Wajah

Pada pengujian berikutnya mengukur tingkat akurasi berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sebanyak 3 kali pada 12 orang sebagai data uji, seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Hasil Tingkat Akurasi Pada Deteksi Wajah

Hasil yang diperoleh dari pengujian ini yaitu tingkat akurasi pada setiap kondisi sangatlah berbeda untuk kondisi kurang cahaya dominan pengujian yang dilakukan mendapatkan hasil tidak terdeteksi sebagai user. Sedangkan pada kondisi terang dan berlampu hasil dari pengujian yang didapat dominan dapat terdeteksi dengan

baik walaupun kadang terdapat kondisi tidak terdeteksi. Untuk kondisi terdeteksi sebagai orang lain terjadi mungkin karena adanya faktor kemiripan kondisi cahaya, posisi, perilaku *user* dan lain-lain. Gambar 13 merupakan grafik untuk menggambarkan hasil yang diperoleh.

3.5 Pengujian Database Absensi Pada Local Host Server

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui data hasil dari proses identifikasi wajah dapat dimasukkan kedalam *database* berupa absensi pada *local host server* sebagai hasil rekam data agar dapat diketahui pengguna yang sudah teridentifikasi, hasilnya seperti pada Gambar 14.

Nama Mahasiswa	Waktu Masuk
Catur	27:1:2021 17:41:0
Ali M	27:1:2021 17:44:18
Ali n	27:1:2021 17:57:43
Habib	2:2:2021 20:10:50
Supri	3:2:2021 8:43:42
Erna	3:2:2021 8:43:42
Vita	3:2:2021 8:43:42
Fera	12:10:2021 14:15:57
Choli	12:10:2021 15:16:10
Choir	12:10:2021 16:14:39
Qenit	12:10:2021 16:14:39
Nisa	12:10:2021 16:20:44
Jery	13:10:2021 9:33:14
Halim	13:10:2021 9:33:14

Gambar 14. Hasil Identifikasi Wajah Database Local Host Server

4 KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian sistem yang telah dilakukan maka berdasarkan pengujian yang dilakukan tingkat akurasi identifikasi pengenalan wajah baik dengan tingkat akurasi sebesar 80%-58% dari pengujian yang telah dilakukan pada kondisi cahaya terang dan berlampu. Pada saat identifikasi pengenalan wajah pada kondisi kurang cahaya masih dapat dikenali dengan baik dengan tingkat akurasi 17% dari pengujian yang telah dibuat. Hasil pengenalan wajah akan di kirimkan pada *database* yang telah dibuat dalam bentuk tabel sederhana.

Daftar Pustaka

- [1] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, *Surat Edaran No. HK 02.01/MENKES/202/2020*. Indonesia, 2020.
- [2] World Health Organization, *Anjuran mengenai penggunaan masker dalam konteks COVID-19*. 2020, pp. 1–17.
- [3] Kemenkes RI, *Surat Edaran Kementerian Kesehatan Republik Indonesia nomor HK.02.02/1/385/2020 tentang Penggunaan Masker dan Penyediaan Sarana Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS) untuk Mencegah Penularan CoronaVirus Disease 2019 (COVID-19)*. 2020.
- [4] H. Nugroho, M. Kurniawan, N. Saidatin, I. T. Adhi, and T. Surabaya, “Deteksi Wajah dan Mata dengan Menggunakan Metode Fitur Haar-Like pada Kamera WebCam,” *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 261–266, Sep. 2019, Accessed: Dec. 21, 2021. [Online]. Available: <http://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/564>.
- [5] M. M. Lambacing and F. Ferdiansyah, “RANCANG BANGUN NEW NORMAL COVID-19 MASKER DETEKTOR DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM BERBASIS INTERNET OF THINGS,” *Dinamik*, vol. 25, no. 2, pp. 77–84, Jul. 2020, doi: 10.35315/dinamik.v25i2.8070.
- [6] R. A. Firmansyah and E. Alfianto, “PEMBUATAN HAAR-CASCADE DAN LOCAL BINARY PATTERN SEBAGAI SISTEM PENDETEKSI HALANGAN PADA AUTOMATIC GUIDED VEHICLE,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 1073–1082, Nov. 2018,

- doi: 10.24176/simet.v9i2.2562.
- [7] M. Shaikh and R. Vadivel, "Cloud computing: Major challenges and counter acts," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci.*, vol. 9, pp. 742–744, 2018.
- [8] Q. Wang, P. Zhang, H. Xiong, and J. Zhao, "Face.evoLVe: A High-Performance Face Recognition Library," Jul. 2021, Accessed: Dec. 21, 2021. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2107.08621v3>.
- [9] M. D. Stroia, D. Derbac, C. Hațiegan, and L. Cîndea, "STROIA, M. D., et al. Thermostat model with Arduino Uno board for controlling a cooling system," *Analele Universității "Constantin Brâncuși" din Târgu Jiu*, 2018.
- [10] D. A. Prabowo and D. Abdullah, "Deteksi dan Perhitungan Objek Berdasarkan Warna Menggunakan Color Object Tracking," *Pseudocode*, vol. 5, no. 2, pp. 85–91, Sep. 2018, doi: 10.33369/pseudocode.5.2.85-91.
- [11] A. BEYAZ, "Computer vision-based dimension measurement system for olive identification," *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca*, vol. 48, no. 4, pp. 2328–2342, Dec. 2020, doi: 10.15835/NBHA48411966.
- [12] S. Al-Aidid and D. Pamungkas, "Sistem Pengenalan Wajah dengan Algoritma Haar Cascade dan Local Binary Pattern Histogram," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 14, no. 1, pp. 62–67, Apr. 2018, doi: 10.17529/jre.v14i1.9799.
- [13] N. S. Kumar, B. Vuayalakshmi, R. J. Prarthana, and A. Shankar, "IOT based smart garbage alert system using Arduino UNO," in *2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON)*, Nov. 2016, pp. 1028–1034, doi: 10.1109/TENCON.2016.7848162.