Sistem Penghitung Orang Otomatis Dalam Ruangan Menggunakan Face Detection

1st Sulthan Zufar Kurniaputra
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
zufarputra@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Gita Indah Hapsari
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
gitaindahhapsari@telkomuniversity.ac.id

3rd Muhammad Rizqy Alfarisi
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
mrizkyalfarisi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — **Deteksi wajah atau face detection adalah sebuah pendeteksian objek untuk mengenali objek yang ada didepan kamera merupakan wajah atau bukan wajah. Pada penelitian ini, sistem dibangun menggunakan webcam untuk pengambilan video secara real-time yang mempunyai fitur auto focus dan posisi kamera ditempatkan secara diagonal pada ruangan. Sistem ini berhasil mendeteksi objek yang merupakan wajah hingga 4 meter dalam keadaan intensitas cahaya terang dan intensitas cahaya sedang menggunakan library MTCNN. Jika wajah yang dideteksi menggunakan aksesoris dan tidak menghadap ke kamera, maka sistem tidak dapat mengenali wajah. Kemudian, wajah yang dideteksi jika lebih dari 4 meter dan lebih dari 3 orang didalam ruangan sistem menjadi kurang akurat dalam mendeteksi wajah.**

Kata kunci— **Deteksi Wajah, MTCNN, People Counting, Kamera**

Abstract* — *Face detection is one of object detection to recognize that the object in front of the camera is a face or not a face. In this study, the system was built using a webcam which has an auto focus feature for real-time video capture and the camera position is placed diagonally inside the room. This system successfully detects objects that are faces up to 4 meters under both bright and moderate lighting conditions using MTCNN library. If a face is detected using accessories and not facing the camera, the system cannot recognize the face. Furthermore, when a face is detected beyond 4 meters and there are more than 3 people in a room, the system's accuracy in detecting faces decreases.

Keywords: Face Detection, MTCNN, People Counting, Camera

I. PENDAHULUAN

Pada tanggal 17 November 2022, terdapat 60.471 kasus aktif dan kasus kematian sebanyak 38 orang di Indonesia akibat virus COVID-19[1]. Meskipun kasus aktif dan kasus kematian sudah berkurang dari 2 tahun sebelumnya, tetap perlu memperhatikan protokol kesehatan dengan 5M yaitu memakai masker, mencuci tangan, menjaga jarak, menghindari kerumunan dan membatasi mobilitas[2].

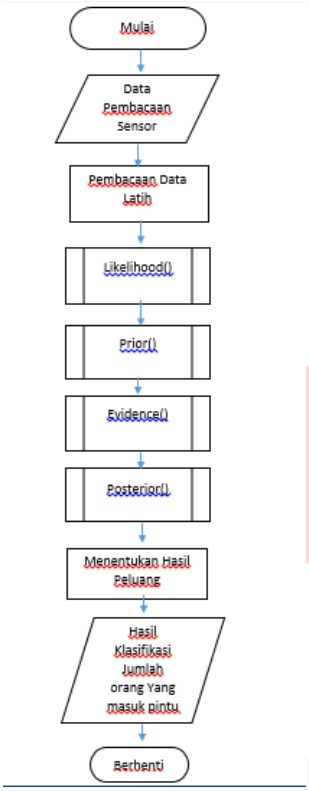
Oleh sebab itu, pemerintah menerapkan PPKM (Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat) dari level 1 sampai level 3 yang dimana dibagi menjadi 3 sektor yaitu sektor kritikal, sektor esensial dan sektor non esensial untuk menghambat penyebaran COVID-19. Sektor esensial mencakup keuangan, pasar modal, teknologi informasi dan komunikasi, perhotelan non penanganan karantina, serta industry orientasi ekspor, sementara sektor non esensial mencakup hal yang mendasar dan kepentingan nya tidak terlalu tinggi seperti arena bermain, bioskop, sekolah dan lain-lain. Lalu, sektor kritikal mencakup kesehatan, keamanan dan ketertiban, penanganan bencana, energi, logistik, pupuk dan petrokimia, semen dan bahan bangunan, objek vital nasional, proyek strategis nasional, konstruksi dan utilitas dasar seperti listrik, air, dan pengelolaan sampah. Untuk sektor kritikal dapat beroperasi 100 persen karyawannya dari PPKM level 1 sampai level 3, lalu sektor esensial pada PPKM level 3 dapat beroperasi 50 persen karyawan, pada PPKM level 2 dapat beroperasi dari 50 hingga 75 persen karyawan dan pada PPKM level 1 dapat beroperasi 75 hingga 100 persen karyawan. Untuk sektor non esensial pada PPKM level 3, dapat beroperasi 25 persen karyawan, pada PPKM level 2 dapat beroperasi 50 persen karyawan dan pada PPKM level 1 dapat beroperasi 75 persen karyawan[3][4].

Pada penelitian ini, peneliti berfokus pada ruangan tertutup untuk membatasi orang dalam ruangan sebagai pencegahan terhadap penyebaran COVID-19. Untuk mengatasi hal tersebut, peneliti mengajukan metode penghitungan orang dalam ruangan menggunakan face detection. Face detection adalah suatu metode yang digunakan untuk pencarian atau pengindeksan data wajah dari citra atau video yang berisi wajah dengan berbagai ukuran, posisi, dan latar belakang. Dengan adanya face detection, kita bisa mengetahui jumlah orang yang ada di dalam ruangan.

II. KAJIAN TEORI

Pada penelitian pertama menggunakan enam buah sensor infrared switch E18-D80NK yang diletakan pada pintu sebagai input untuk menghitung jumlah pengunjung yang

keluar dan masuk ruangan. Lalu digunakan Arduino Uno untuk pemrosesan inputnya[5].



Pada penelitian kedua, peneliti menggunakan 2 sensor PIR untuk menghitung pengunjung restoran yang masuk dan satu sensor PIR untuk menghitung pengunjung restoran yang keluar, 2 LED untuk menentukan apakah restoran tersebut penuh atau tidak yang nantinya, dan motor servo yang nanti di proses oleh mikrokontroller NodeMCU ESP8266. Jika sensor PIR bisa menghitung pengunjung yang datang maka LED hijau akan menyala dan motor servo bergerak ke posisi sudut 90 derajat. Ketika sensor PIR menghitung jumlah pengujung melebihi batas yang telah ditentukan oleh peneliti maka LED merah akan menyala dan motor servo akan tutup ke posisi sudut 0 derajat[6].

Pada penelitian ketiga, peneliti menggunakan 2 sensor ultrasonik, mikrokontroler wemos D1, RTC (Real-Time Clock) DS 1302, buzzer, akses poin dan menggunakan firebase real-time database. Alat diletakan pada pintu akses dimana satu sensor ultrasonik untuk menghitung yang masuk dan satu sensor ultrasonik untuk keluar, lalu data itu diproses oleh mikrokontroler wimos D1 dan kirimkan ke cloud firebase melalui akses poin[7].

Pada penelitian keempat, sistem ini hampir sama seperti penelitian pertama, tetapi lebih banyak menggunakan komponen lain yaitu sensor infrared E18-D80NK, sensor suhu MLX90614, LCD 16x2, wemos D1 R1 dan pcb. Ketika ada pengunjung masuk yang terdeteksi oleh sensor infrared lalu suhu diatas atau sama dengan 34 derajat celcius dan suhu dibawah atau sama dengan 38 derajat celcius yang hasilnya ditampilkan ke LCD secara real-time, maka akan terhitung 1 dan data akan disimpan ke dalam database serta dikirim ke website secara real-time. Untuk menghitung pengunjung yang keluar, sama seperti halnya pengunjung yang masuk tapi tidak menggunakan sensor suhu[8].

III. METODE

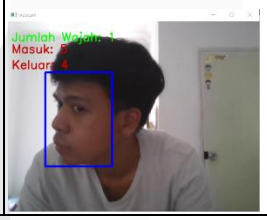
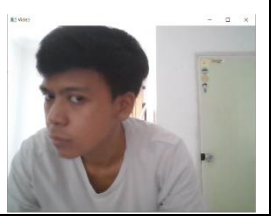
A. Gambaran Sistem Saat Ini

GAMBAR 1
(GAMBARAN SISTEM SAAT INI)

Sistem ini menggunakan sensor infrared switch E18-D80NK dengan jarak masing-masing antar sensor sebesar 28 cm yang di letakan diatas pintu sebesar 200 x 190 cm. Sensor tersebut berfungsi sebagai input dari sistem dengan pointing angle 15 derajat yang akan dibaca oleh mikrokontroler Arduino Uno secara real-time. Kelemahan pada sistem ini adalah karena membutuhkan 6 sensor yang perlu dipasang di atas pintu untuk menghitung jumlah orang yang ada dalam ruangan.

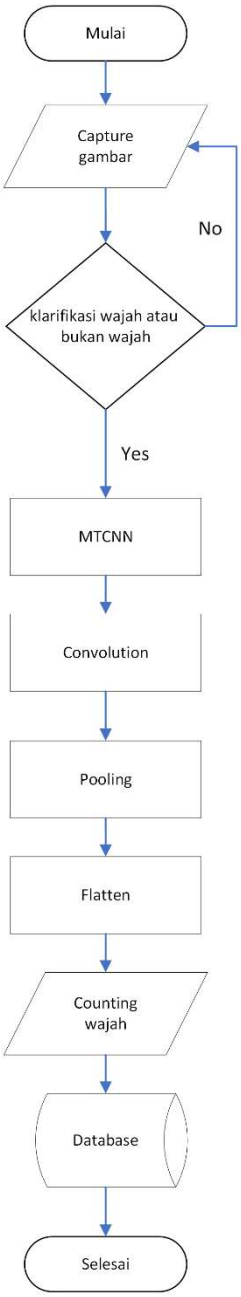
Sebelumnya sudah pernah menggunakan metode Haar-Cascade untuk melakukan pendeteksian wajah dan counting wajah. Saat menggunakan metode Haar-Cascade, deteksi wajah kurang maksimal dan peneliti memutuskan untuk menggunakan MTCNN. Berikut adalah Tabel perbandingan dari kedua metode tersebut.

TABEL 1
(PERBANDINGAN METODE DETEKSI WAJAH)

No.	Perbandingan MTCNN dengan Haar-Cascade	
	MTCNN	**Haar-Cascade**
1	Memiliki fitur facial landmark yang mempunyai 5 titik pada wajah yaitu mata kanan, mata kiri, hidung dan pada kedua ujung mulut kanan dan kiri	Tidak memiliki facial landmark pada wajah
2	Dapat mendeteksi wajah pada citra warna RGB dan grayscale	Hanya dapat mendeteksi wajah dengan grayscale
3	Pose wajah tidak begitu mempengaruhi pendeteksian wajah 	Pose wajah sangat berpengaruh terhadap pendeteksian wajah 

Memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi prosedur atau langkah-langkah penelitian, waktu penelitian, sumber data, cara perolehan data dan menjelaskan metode yang akan digunakan dalam penelitian [10 pts].

B. Blok Diagram

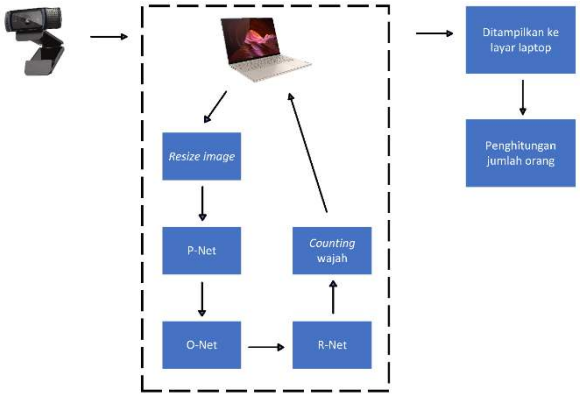


GAMBAR 2
(BLOK DIAGRAM)

Sistem ini memiliki 3 bagian yaitu webcam sebagai input, laptop sebagai pemrosesan deteksi wajah dan counting wajah, lalu layar laptop dan penghitungan jumlah orang sebagai outputnya. Webcam berfungsi sebagai pengambilan video untuk mendeteksi wajah dan dilakukan secara real-time. Kemudian, bagian pemrosesan ada atau tidaknya wajah menggunakan MTCNN pre-trained model lalu melakukan counting wajah. Setelahnya, hasil deteksi dari wajah dan counting wajah di tampilkan ke layar laptop serta penghitungan jumlah orang.

Definisikan singkatan dan akronim saat pertama kali digunakan dalam teks, bahkan setelah didefinisikan dalam abstrak. Jangan menggunakan singkatan dalam judul atau kepala kecuali jika tidak dapat dihindari.

C. Flowchart



GAMBAR 3
(FLOWCHART)

Pada gambar 3 adalah flowchart yang terdapat pada sistem pendeteksi wajah dengan menggunakan kamera webcam sebagai inputnya, kemudian hasil gambar yang didapat data tersebut diolah dengan MTCNN pre-trained model dengan proses yang melalui convolution, pooling dan flatten.

Convolution merupakan proses mengekstrasi ciri dari citra dan mempelajari ciri citra menggunakan operasi matematis antara matriks citra dengan filter atau kernel. Kernel adalah sebuah operator matriks yang diterapkan ke seluruh citra untuk mendapatkan nilai array dari sebuah citra yang biasanya berukuran 3x3 atau 5x5. Setelah itu, melakukan proses pooling yang berfungsi mengurangi ukuran spasial untuk mengurangi jumlah parameter dan perhitungan ketika citra terlalu besar. Lalu, proses flatten mengubah array multi-dimensi menjadi vektor[9]. Kemudian, output akan berupa counting wajah yang kemudian dimasukan ke dalam database.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi



GAMBAR 4
(PENDETEKSI WAJAH)

Pada Gambar 4.1 ini merupakan face detection untuk menghitung orang dalam ruangan. Peneliti ingin membangun sistem tersebut menggunakan webcam sebagai input dengan objek yang ada di depan kamera.

1. Pembuatan Program Deteksi Wajah

Pembuatan program deteksi wajah pada penelitian ini menggunakan aplikasi IDLE Python yang dapat menjalankan program dengan mudah tanpa menjalankan lewat command prompt. Penjelasan program deteksi wajah dalam ruangan adalah sebagai berikut.

GAMBAR 5
(LIBRARY PROGRAM)

Pada gambar 5 adalah library yang dimasukan ke dalam sistem dan digunakan untuk mendeteksi wajah dalam ruangan. Program tersebut dijalankan pertama kali pada sistem yang di bangun.

```
cap = cv2.VideoCapture(0) # mengaktifkan webcam
```

GAMBAR 6
(PENGAKTIFAN KAMERA)

Gambar 6 merupakan program yang dimana variabel cap untuk mengaktifkan kamera webcam yang tersambung dengan laptop

```
start_time = time.time() # Inisialisasi variabel waktu saat program dimulai
capture_interval = 10  # Interval penangkapan gambar (detik)

masuk = []
keluar = []
count = 0
frame_number = 0
```

GAMBAR 7
(INISIALISASI VARIABEL)

Pada gambar 7 merupakan insialisasi variabel dimana variabel masuk dan keluar adalah array untuk menghitung total jumlah wajah yang masuk dan keluar dari frame. Kemudian variabel count untuk menghitung jumlah wajah yang sedang dideteksi dalam frame, lalu variabel frame_number untuk penamaan pada file yang dicapture untuk menghitung berapa frame yang didapat saat program berlangsung. Kemudian program start_time untuk menghitung watu saat program pertama kali dimulai dan variabel capture_interval untuk menentukan detik pada waktu yang nantinya akan dipakai pada akhir program.

```
while True:

    ret,frame = cap.read()

    start_detection_time = time.time() # Mulai waktu pendeteksian

    output = detector.detect_faces(frame)

    end_detection_time = time.time() # Akhir waktu pendeteksian

    # Hitung waktu pendeteksian selesai
    detection_duration = end_detection_time - start_detection_time
    print("Waktu pendeteksian: {:.4f} detik".format(detection_duration))
```

GAMBAR 8
(DETEKSI WAJAH DAN WAKTU KOMPUTASI DETEKSI)

Gambar 8 merupakan kodingan perulangan yang didalamnya terdapat proses pendeteksian wajah dan pengambilan waktu yang baru untuk menghitung waktu komputasi yang dibutuhkan untuk mendeteksi objek tersebut wajah atau bukan wajah.

```
# Penghitungan wajah
if jumlah_wajah > count:
    # Wajah baru muncul
    masuk.append(jumlah_wajah - count)
elif jumlah_wajah < count:
    # Wajah menghilang
    keluar.append(count - jumlah_wajah)
```

GAMBAR 9
(PENGHITUNGAN JUMLAH WAJAH)

Gambar 9 adalah kodingan percabangan dan proses untuk menghitung jumlah wajah yang telah masuk dan keluar dari frame.

```
import cv2
import os
import time

# Menampilkan kotak pada wajah
for single_output in output:
    x,y,width,height = single_output['box']
    cv2.rectangle(frame,pt1=(x,y),pt2=(x+width,y+height),color=(255,0,0),thickness=3)

# Menampilkan tulisan pada frame
cv2.putText(frame, "Jumlah Wajah: " + str(count), (10, 50), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
cv2.putText(frame, "Masuk: " + str(masuk.count(1)), (10, 80), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 0, 200), 2)
cv2.putText(frame, "Keluar: " + str(keluar.count(1)), (10, 120), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 0, 200), 2)
```

GAMBAR 10
(MENAMPILKAN BOUNDING BOX DAN MENAMPILKAN TULISAN PADA FRAME)

Gambar 10 di atas merupakan program untuk menampilkan kotak pada wajah atau yang disebut juga sebagai bounding box jika ada wajah yang terdeteksi, lalu menampilkan tulisan pada frame untuk melihat info dari wajah yang terdeteksi saat ini dan telah terdeteksi.

```
# Periksa apakah sudah lewat interval waktu penangkapan gambar
elapsed_time = time.time() - start_time
if elapsed_time >= capture_interval:
    # Simpan frame sebagai file gambar
    frame_path = os.path.join(folder_path, f'frame_{frame_number}_{time.strftime("%d-%m-%Y_%H%M%S")}.jpg')
    cv2.imwrite(frame_path, frame)

    # Reset waktu awal
    start_time = time.time()
    frame_number += 1
```

GAMBAR 11
(CAPTURE FRAME SETIAP 10 DETIK)

Pada gambar 11 di atas adalah program untuk melakukan capture pada frame setiap 10 detik dengan cara inisialisasi variabel elapsed_time yang di isi dengan waktu sekarang dikurangi dengan waktu program dimulai. Jika nilai dalam variable elapsed_time sudah melebihi atau sama dengan capture_interval, maka akan melakukan capture frame dan melakukan penamaan dengan format jumlah frame, tanggal dan waktu.

B. Pengujian

Sistem yang sudah dibuat akan diuji untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan dengan 4 pengujian yang ditentukan yaitu.

a. Pengujian deteksi wajah terhadap jarak.
b. Pengujian deteksi wajah terhadap pose dan aksesoris pada muka.
c. Pengujian deteksi wajah terhadap intensitas cahaya.
d. Pengujian deteksi wajah terhadap waktu komputasi.

Untuk data pengujian yang lebih rinci, dapat dilihat pada subbab sebagai berikut.

1. Pengujian Deteksi Wajah Terhadap Jarak

Pengujian dilakukan pada siang hari dalam keadaan terang dengan lux 33,4 dan dengan jarak dari 1 meter hingga 4 meter dan dengan jumlah 3 orang.



GAMBAR 12
(PENGUKURAN CAHAYA DALAM RUANGAN)

TABEL 1
(PENGUJIAN DETEKSI WAJAH TERHADAP JARAK)

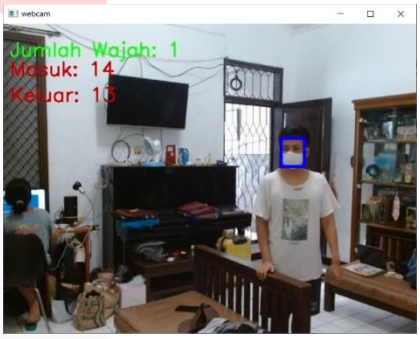
No.	Jumlah wajah di depan kamera	Jumlah wajah terdeteksi	Jarak
1	1	1	1 meter
2	1	1	2 meter
3	1	1	3 meter
4	1	1	4 meter
5	2	2	1 meter
6	2	2	2 meter
7	2	3	3 meter
8	2	2	4 meter
9	3	3	1 meter
10	3	3	2 meter
11	3	3	3 meter
12	3	4	4 meter

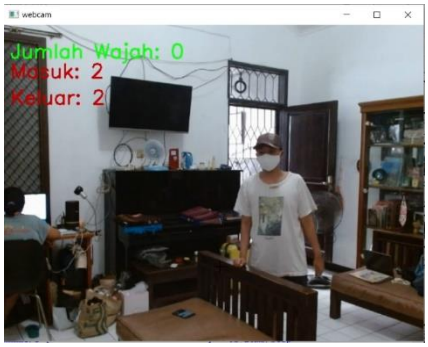
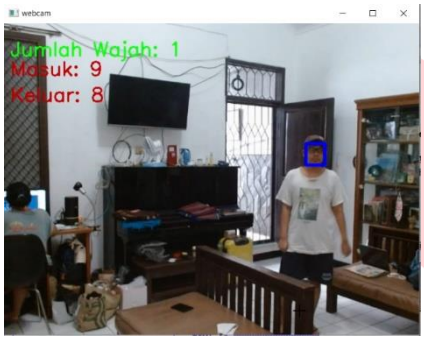
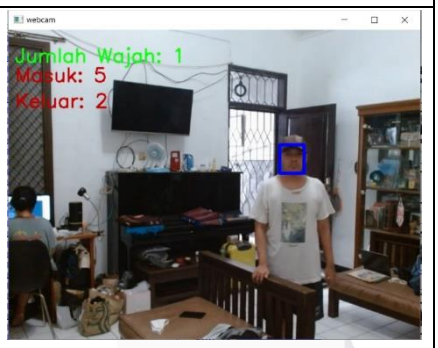
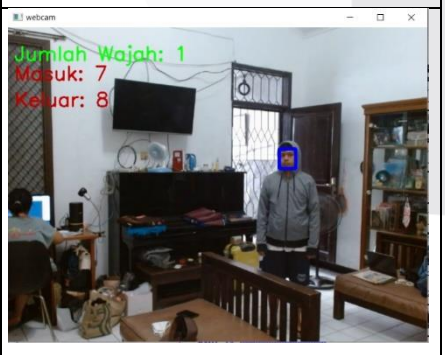
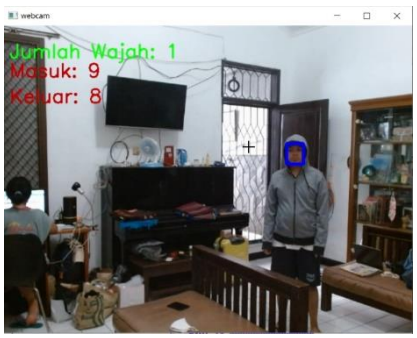
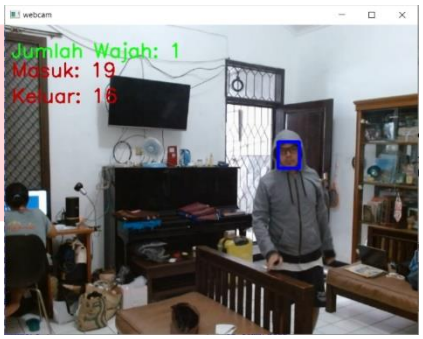
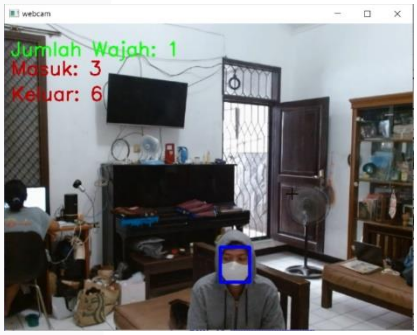
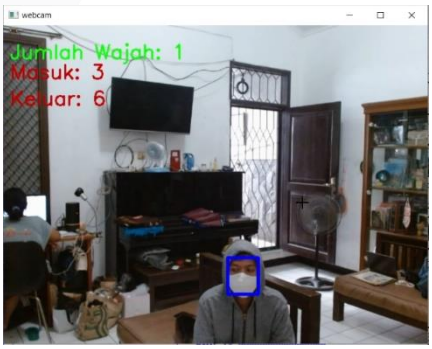
Hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukan pendeteksian wajah 1 orang berhasil mendeteksi objek yang merupakan wajah dari 1 meter hingga 4 meter. Lalu, pada pendeteksian wajah 2 orang berhasil mendeteksi objek yang merupakan wajah pada jarak 1 meter, 2 meter dan 4 meter terkecuali pada jarak 3 meter yang mendapatkan 1 false positive. Kemudian hasil pendeteksian wajah 3 orang hampir sama dengan pendeteksian wajah 2 orang tetapi mendapatkan 1 false positive pada jarak 4 meter.

2. Pengujian Deteksi Wajah Terhadap Pose dan Aksesoris Pada Muka

Pengujian ini menggunakan 4 aksesoris yang kemudian digabung dengan aksesoris lainnya. Adapun pengujian dengan menggunakan masker, jaket, kacamata, topi dan gabungan antara 2 aksesoris sebagai berikut

TABEL 2
(SKENARIO PENGUJIAN DETEKSI WAJAH TERHADAP POSE DAN AKSESORIS PADA WAJAH)

No	Aksesoris	Pengujian aksesoris pada wajah
1	Masker	
2	Masker dan kacamata	

3	Masker dan topi	
4	Topi dan kacamata	
5	Topi	
6	Jaket	
7	Jaket dan topi	
8	Jaket dan kacamata	
9	Jaket dan masker	
10	Kacamata	

TABEL 3
(PENGUJIAN WAJAH TERHADAP POSE DAN AKSESORIS PADA MUKA)

No	Aksesoris yang dipakai	Hadap depan	Hadap kanan	Hadap kiri	Hadap bawah	Hadap atas
1	Masker	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
2	Kacamata	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
3	Jaket	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
4	Topi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
5	Masker dan kacamata	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
6	Topi dan kacamata	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
7	Jaket dan kacamata	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
8	Masker dan jaket	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
9	Masker dan topi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
10	Topi dan jaket	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Hasil pengujian pada Tabel 3, 8 aksesoris dari 10 aksesoris dapat mendeteksi wajah saat menghadap ke depan dan hanya aksesoris kacamata yang dapat mendeteksi wajah saat menghadap ke kiri.

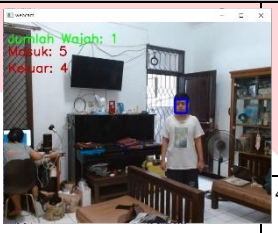
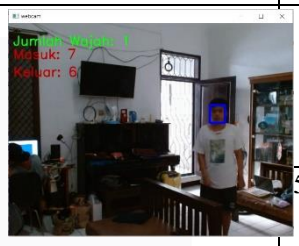
3. Pengujian Deteksi Wajah Terhadap Intensitas Cahaya

Pengujian dilakukan dengan nilai lux tinggi yaitu 33,4 sementara sedang dengan nilai 5,6 dan rendah dengan nilai 1,8.

TABEL 4
(PENGUKURAN NILAI LUX)

No.	Keterangan	Pengukuran nilai lux
1	Intensitas cahaya tinggi	
2	Intensitas cahaya sedang	
3	Intensitas cahaya rendah	

TABEL 5
(PENGUJIAN DETEKSI WAJAH TERHADAP INTENSITAS CAHAYA)

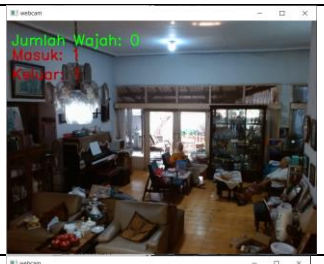
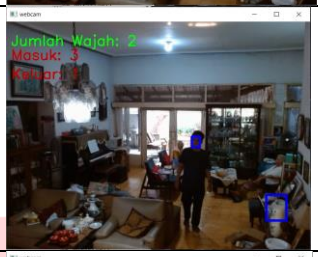
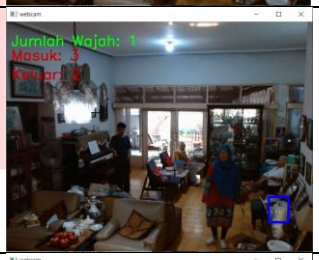
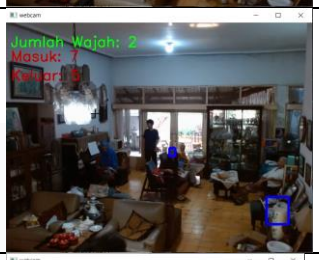
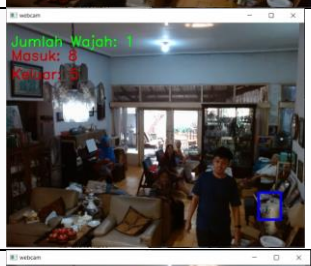
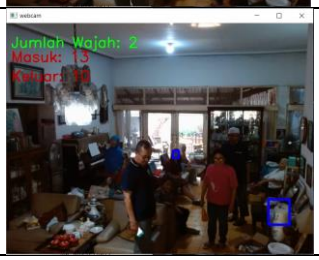
No.	Intensitas cahaya	Pengukuran Lux	Hasil
1	Tinggi	33,4	
2	Sedang	5,6	
3	Rendah	1,8	

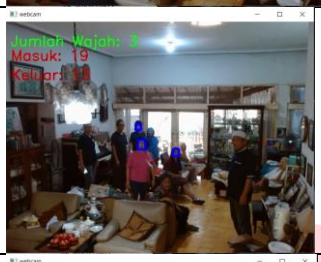
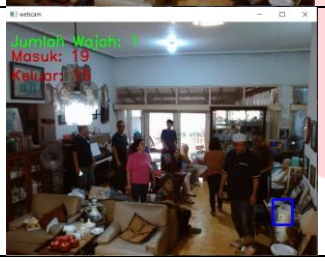
Hasil pengujian pada Tabel 5 menunjukan pada 33,4 hingga 5,6 lux objek wajah masih bisa terdeteksi, lalu pada 1,8 lux objek wajah tidak dapat terdeteksi.

4. Pengujian Deteksi Wajah Terhadap Waktu Komputasi

Pengujian dilakukan pada ruangan 8,9 meter x 4,5 meter dengan jumlah 11 orang. Hasil pengujian dengan jumlah 11 orang adalah sebagai berikut.

TABEL 6
(PENGUJIAN DETEKSI WAJAH TERHADAP WAKTU KOMPUTASI)

No	Jumlah wajah di depan kamera	Waktu komputasi	Hasil
1	2	1.654 detik	
2	3	1.616 detik	
3	4	1.658 detik	
4	5	1.662 detik	
5	6	1.594 detik	
6	7	1.622 detik	
7	8	1.750 detik	

8	9	1.526 detik	
9	10	1.596 detik	
10	11	1.634 detik	

Pada Tabel 5, hasil pengujian menunjukan pada ruangan 8,9 meter x 4,5 meter dengan jumlah orang yang terus bertambah secara bertahap dari 2 orang hingga 11 orang, tidak dapat mendeteksi wajah secara optimal. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh jarak, intensitas cahaya dan fitur *auto focus* pada *webcam* yang digunakan.

V. KESIMPULAN

Dari pengujian yang sudah dilakukan terhadap sistem pendeteksi wajah untuk menghitung orang dalam ruangan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sistem penghitung jumlah orang di dalam ruangan yang dibangun menggunakan face detection dapat menghitung jumlah orang maksimal sebanyak 3 orang dan dalam jarak 2 meter.

2. Sistem penghitung orang di dalam ruangan memiliki performansi tingkat akurasi 83% pada jarak jangkauan maksimum 4 meter dengan intensitas cahaya minimum 5,6 lux dan maksimum 33,4 lux. Sistem ini memiliki waktu komputasi pendeteksian wajah dengan waktu rata-rata 1.631 detik.

REFERENSI

[1] "Waspada Lonjakan Covid-19, Ini Tren Peningkatan Kasus Corona di Indonesia." https://nasional.kompas.com/read/2022/11/18/06100041/waspada-lonjakan-covid-19-ini-tren-peningkatan-kasus-corona-di-indonesia (accessed Sep. 18, 2023).

[2] "Kemenag Terbitkan Edaran Penerapan Prokes 5M dan Giat Keagamaan pada Wilayah PPKM." https://kemenag.go.id/nasional/kemenag-terbitkan-edaran-penerapan-prokes-5m-dan-giat-keagamaan-pada-wilayah-ppkm-puuavw (accessed Sep. 18, 2023).

[3] "Ini Aturan WFH dan WFO Berdasarkan Level PPKM di Pulau Jawa-Bali." https://nasional.kompas.com/read/2022/02/01/10303421/ini-aturan-wfh-dan-wfo-berdasarkan-level-ppkm-di-pulau-jawa-bali (accessed Sep. 18, 2023).

[4] "Arti Sektor Nonesensial dan Cakupannya." https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5638658/arti-sektor-nonesensial-dan-cakupannya (accessed Sep. 18, 2023).

[5] R. Galih Paramananda, H. Fitriyah, and B. H. Prasetio, "Rancang Bangun Sistem Penghitung Jumlah Orang Melewati Pintu menggunakan Sensor Infrared dan Klasifikasi Bayes," vol. 2, no. 3, pp. 921–929, 2018, Accessed: Jul. 25, 2023. [Online]. Available: http://j-ptiik.ub.ac.id

[6] F. M. Sinaga *et al.*, "RANCANG BANGUN ALAT PENGHITUNG JUMLAH PENGUNJUNG RESTORAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," vol. 3, pp. 728–735, 2022, Accessed: Aug. 05, 2023. [Online]. Available: https://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/view/803/485

[7] R. Sukma Kharisma, A. Bagas, and P. Mahardika, "Sistem Perhitungan Otomatis Untuk Pembatasan Jumlah Orang Pada Ruangan Berbasis IOT," vol. 11, 2022, Accessed: Aug. 05, 2023. [Online]. Available: https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/smartcomp/article/view/3700

[8] Muhammad Ilham Sahputra, "VISITOR COUNTER SYSTEM BERBASIS IOT SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN PENULARAN COVID-19 DI MAJU MILK CENTER," 2021, Accessed: Jul. 25, 2023. [Online]. Available: http://eprints.poltektegal.ac.id/435/1/LAPORAN%20TUGAS%20AKHIR.pdf

[9] M. F. HERLAMBANG, "TA: PENGENALAN KARAKTER HURUF BRAILLE DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," Sep. 2020.