

PROTOTYPE SISTEM DETEKSI SUHU TUBUH DAN MASKER WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA LOCAL BINARY PATTERN (LBP) DAN ARDUINO NANO

Ine Shinta Dewi¹, Albert Yakobus Chandra²

E-mail : ¹shintainedewi@gmail.com, ²albert.ch@mercubuana-yogya.ac.id

^{1,2}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana Yogyakarta

Abstrak

Pandemi COVID-19 telah menyebabkan krisis kesehatan dan merubah gaya hidup masyarakat dunia tidak terkecuali di Indonesia. Dalam perubahan ini memakai masker dan mengecek suhu tubuh sangatlah penting bagi setiap individu. Oleh karena itu metode efektif untuk menghindari penyakit Covid19 adalah dengan menggunakan masker wajah dan mengecek suhu tubuh secara real time terutama ditempat umum. Fokus utama dalam prototipe ini adalah bagaimana Algoritma LBP dapat mendeteksi penggunaan masker dan rancangan Arduino dengan kamera infrared dalam mengukur suhu tubuh guna membuat evaluasi, pencegahan, dan perencanaan tindakan terhadap COVID-19 ditempat umum sebagai alat pemindaian digital. Langkah-langkah untuk membangun model yaitu dengan mengumpulkan data, pra-pemrosesan, menguji model, dan mengimplementasikan model. Hasil dari pengujian prototipe ini menunjukkan tingkat akurasi skor F1 0.99 untuk deteksi masker dan pengukuran suhu tubuh secara real time setiap detik dengan satuan derajat celcius (C) dengan rata-rata presentase error tertinggi 3.10% pada jarak 4 meter.

Kata kunci: *Computer vision, Face mask detection, tensorflow, opencv, keras, Arduino Nano*

Abstract

The COVID-19 pandemic has caused a health crisis and changed the lifestyle of the world community, including Indonesia. In this change wearing a mask and checking body temperature is very important for each individual. Therefore, an effective method to avoid the Covid-19 disease is to use a face mask and check body temperature in real-time, especially in public places. The main focus in this prototype is how the LBP Algorithm can detect the use of mask and Arduino designs with infrared cameras in measuring body temperature to evaluate, prevent, and plan actions against COVID-19 in public places as a digital scanning tool. The steps for building a model are collecting data, pre-processing, testing the model, and implementing the model. The results of this prototype test show an F1 score of 0.99 accuracies for mask detection and body temperature measurement in real-time every second in degrees Celsius (C) with the highest average error percentage of 3.10% at a distance of 4 meters.

Keywords: *Computer vision, Face mask detection, tensorflow, opencv, keras, Arduino Nano*

1. PENDAHULUAN

Penyebaran Penyakit COVID-19 telah menjadi Pandemi dan menciptakan krisis kesehatan global paling krusial di dunia yang telah menimbulkan dampak pada manusia dalam kehidupan sehari-hari. Pada 31 Desember 2019 penyebaran penyakit pernapasan coronavirus 2 (SARS-CoV-2), yang bisa menular untuk pertama kalinya muncul di Wuhan, Cina[1] dan telah menginfeksi 7.711 orang dan 170 kematian yang dilaporkan di

China sebelum virus corona dinyatakan sebagai pandemi global, dinamai oleh Organisasi Kesehatan Dunia sebagai COVID-19 (penyakit coronavirus 2019). dan membawa tantangan besar bagi kesehatan, ekonomi, lingkungan dan sosial seluruh masyarakat dunia[2]. Saat ini, WHO menganjurkan agar masyarakat menggunakan masker untuk menghindari risiko penularan virus dan juga merekomendasikan bahwa menjaga jarak sosial atau Social-Distancing setidaknya 2m[3], Oleh karena itu, banyak penyedia layanan publik yang mewajibkan pelanggan untuk menerapkan protokol kesehatan diantaranya mereka diwajibkan memakai masker, mencuci tangan, jaga jarak dan memeriksa suhu tubuh.

Dalam pengimplementasiannya, masyarakat masih belum semua menerapkan peraturan tersebut apalagi di tempat umum. Hal ini terlihat ketika masyarakat yang masih beraktifitas diluar rumah. Didorong dengan semakin maraknya tempat wisata yang sudah kembali dibuka sehingga menambah jumlah orang yang terkena Covid19[4]. Jika hal ini masih terjadi, potensi penularan virus pun sulit untuk dicegah penyebarannya, sehingga dibutuhkan suatu sistem otomatis yang dapat mendeteksi masker dan suhu tubuh untuk mencegah orang-orang yang tidak menggunakan masker dan suhu tubuh diluar batas suhu normal agar tidak dapat memasuki tempat atau ruangan yang wajib untuk menggunakan masker dan bersuhu tubuh normal yaitu 36.6°C.[5]

Dengan kemajuan pesat teknologi dalam domain algoritma Computer Vision dapat membantu permasalahan ini. oleh karena itu, deteksi masker wajah dan suhu tubuh sangat penting diimplementasikan pada masa pandemi seperti sekarang. Prototipe dengan menggunakan konsep Computer Vision ini akan membantu tugas masyarakat secara global dimana fokus utamanya adalah komputer dapat mendeteksi suatu objek yang sedang diamati. Sesuai dengan permasalahan yang sedang terjadi, model prototipe penelitian ini dirancang untuk mendeteksi penggunaan masker dan suhu tubuh secara real time dengan menggunakan Library yang sudah ada pada Opencv dan rancangan arduino nano dengan kamera MLX90614[6]. Mekanisme kerja dari prototipe ini adalah mendeteksi masker dan suhu tubuh secara real time dimana hasilnya menunjukkan pengujian sistem berjalan dengan baik dengan tingkat akurasi skor F1 0.99 untuk deteksi masker dan pengukuran suhu tubuh secara real time setiap detik dengan satuan derajat celcius (C) dengan rata-rata presentasse error tertinggi 3.10% pada jarak 4 meter.

2. METODOLOGI

Pada bagian ini menjelaskan secara singkat perancangan arsitektur mengenai sistem deteksi masker dan suhu tubuh secara otomatis yang dimulai dari proses pengklasifikasian gambar dengan menggunakan TensorFlow sebagai perangkat lunak open source dan Python sebagai bahasa pemrogramannya. Kemudian, proses dilanjutkan dengan mengumpulkan inputan gambar. Setelah itu untuk mengukur suhu tubuh digunakan rancangan dari Arduio Nano dan Kamera Infrared kemudian dua sistem ini akan digabungkan menggunakan bahasa pemograman python dengan mengambil hasil akhir dari masing-masing hasil program.

Untuk memprediksi apakah seseorang telah memakai masker dan suhu tubuh yang normal, tahap pertama yaitu melatih model dengan menggunakan dataset. Setelah pengklasifikasi data set sudah terkumpul, kemudian model deteksi masker wajah akan dilatih dengan menggunakan tensorflow dan keras yang terdapat pada opencv untuk dapat mengklasifikasikan apakah orang tersebut mengenakan masker atau tidak. Dalam penelitian ini diperlukan file modul seperti imutils, numpy, matplotlib, scipy, argparse, pyserial sebagai arsitektur utamanya. Pendekatan ini membantu dalam mendeteksi wajah secara real-time untuk memprediksi apakah orang tersebut memakai masker atau tidak. Setelah itu untuk mendeteksi suhu tubuh digunakan rancangan arduino nano dan kamera infrared.

2.1 Pengenalan masker wajah

Model yang digunakan dalam deteksi wajah yaitu dengan mengadopsi metode Single Shot Multi-box Detektor (SSD) sebagai model dasar yang terdapat pada OpenCV yang hanya membutuhkan satu bidikan untuk mendeteksi beberapa objek yang ada dalam sebuah gambar menggunakan Multibox dan algoritma LPB untuk membedakan penggunaan masker dan tidak.

2.2 Algoritma LBP

Local Binary Pattern (LBP) adalah algoritma yang mulai diperkenalkan pertama kali oleh Timo Ojala dan David Harwood pada tahun 1992[7]. *Local Binary Pattern* adalah perbandingan nilai biner piksel pada pusat untuk mencari tekstur dari sebuah gambar dengan 8 nilai piksel disekelilingnya. Metode *Local Binary Pattern* digunakan untuk mengklarifikasi citra gambar berdasarkan tekstur gambar yang berukuran 3x3, dimana nilai biner pada pusat gambarnya akan dibandingkan dengan nilai yang ada pada sekelilingnya. Jika intensitas piksel tengah lebih besar atau sama dari biner pusat maka nilai yang ditetapkan adalah 1, dan jika lebih kecil maka nilai yang ditetapkan adalah 0. Dengan 8 piksel disekelilingnya berarti bahwa ada $2^8 = 256$ kemungkinan kombinasi kode Local Binary Pattern Tahapan proses ekstraksi fitur gambar yaitu :

- Titik koordinat awal piksel citra yang diinisialisasikan menjadi (x,y) yang digunakan untuk mengganti nilai piksel tengah
- Kotak filter LBP yaitu 3x3 untuk melakukan ekstraksi fitur wajah pada citra
- Pada langkah thresholding, semua nilai pixel pada setiap pola akan dikomparasi dengan nilai yang ada dipusat menjadi nilai biner yaitu (0 dan 1) dengan rumus sebagai berikut

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c) 2^p \quad (1)$$

Dimana

$$s(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

Berdasarkan persamaan (1), jika nilai piksel lebih kecil dari nilai piksel tengah maka nilai piksel tepi akan diubah menjadi 0, namun sebaliknya jika nilai piksel lebih besar dari nilai piksel tengah maka nilai tepi akan diubah menjadi 1. Langkah pertama dalam membangun Algoritma Local Binary Pattern yaitu dengan perbandingan nilai biner piksel pada pusat gambar dengan 8 nilai piksel disekelilingnya. Setelah mendapatkan nilai kemudian menyusun nilai biner dengan clockwise (searah jarum jam) atau counter-clockwise (berbalik arah jarum jam) dengan syarat harus konsisten.

Misal 3x3 berarti ada 8 tes biner. Kemudian hasil uji biner disimpan dalam array 8 bit yang diubah menjadi desimal maka diperoleh nilai biner 11110001 dimana nilai desimalnya adalah 241. Kemudian Untuk menghitung nilai LBP adalah dengan mengalikan nilai biner dengan bilangan eksponensial yaitu 2.

Nilai	Threshold	Bobot
6 5 2	1 0 0	1 0 0
7 6 1	1 1 0	128 241 0
9 8 7	1 1 1	64 32 16

Gambar 1. Perhitungan menggunakan LBP

Local Binary Pattern menerapkan metode gray-scale invariant, atau tidak terpengaruh pada pencahayaan yang tidak merata pada citra gambar, karena operator *Local Binary Pattern* mendeskripsikan tekstur secara lokal dan operator yang terdiri dari beberapa piksel dengan operasi perhitungan yang tidak begitu rumit

2.3 Deteksi Suhu Tubuh dengan Kamera MLX90614

Kamera MLX90614 adalah sensor pengukur suhu inframerah non-kontak yang dapat dengan mudah dihubungkan ke prosesor, seperti Arduino, untuk mengukur suhu suatu benda dari kejauhan[8]

2.4 Arduino Nano

Arduino adalah software pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, dan dapat dengan mudah diprogram. Platform Arduino dirancang untuk menyediakan bagaimana cara yang murah bagi pelajar, dan profesional untuk membuat perangkat menggunakan sensor dan aktuator.

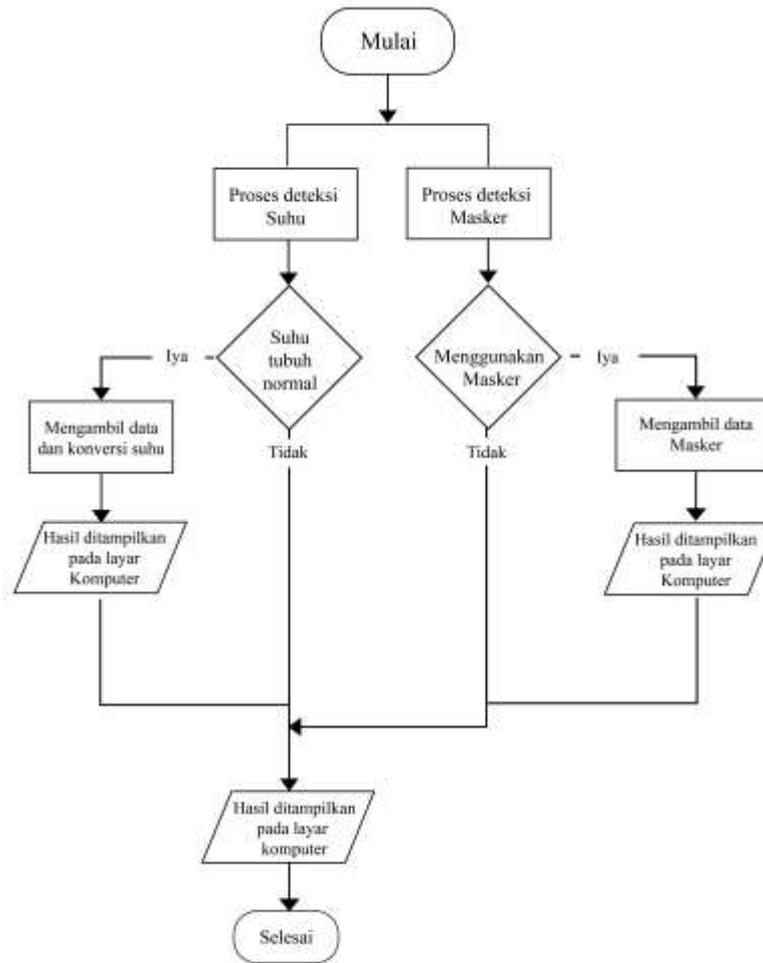
Berbasis single board mikrokontroler sederhana mampu bertindak sebagai komputer mini seperti mikrokontroler lainnya dengan mengambil dan mengontrol input dan outputan untuk berbagai perangkat elektronik[9]. Arduino terdiri dari perangkat keras dan lunak yang dikenal sebagai Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino ini dapat diprogram dengan mudah menggunakan bahasa C atau C ++ di Arduino IDE

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi proses pengenalan penggunaan masker dan suhu tubuh. Pada gambar 2 merupakan alur pembuatan program atau sistem untuk pendeteksi masker dan suhu, yang dimulai dari pengumpulan dataset yaitu 1.915 gambar orang menggunakan masker dan 1.915 yang tidak menggunakan masker. Setelah itu dilakukan training menggunakan DNN dengan library Tensorflow dan Keras dengan menggunakan pendekatan *Transfer Learning*, agar proses yang berlapis dan lama dapat lebih cepat diselesaikan.

Hasil dari data pelatihan kemudian akan tersimpan pada penyimpanan dalam bentuk model. Setelah itu, model di uji dan sistem akan mendeteksi jika seseorang telah menggunakan masker dan suhu tubuh normal yaitu kurang dari 37° C[10] maka program akan melanjutkan proses ke tahap selanjutnya, akan tetapi jika salah satu perintah tidak terpenuhi atau suhu tubuh melebihi dari batas normal yaitu lebih dari 37° C[11], maka sistem tidak akan melanjutkan ke proses selanjutnya yaitu mendeteksi masker sehingga tidak boleh memasuki area yang mewajibkan menggunakan masker dan suhu tubuh normal



Gambar 2. Pengujian sistem

3.2 Membangun Model Deteksi Masker

Kerangka yang akan digunakan dalam membangun model dan training data yaitu dengan pendekatan *Transfer Learning* yang akan menyempurnakan model MobileNetV2 yang ada pada modul Opencv yang sudah terinstal pada komputer, dan sebagai arsitektur yang sangat efisien untuk diterapkan ke perangkat edge dengan daya komputasi yang baik. Setelah data set diproses kedalam proyek penyimpanan kemudian algoritma akan melatihnya berdasarkan gambar yang sudah diberi label. Dalam langkah-langkah pre-processing, gambar diubah ukurannya menjadi 224×224 piksel, dan diubah menjadi format array numpy dan menambahkan gambar yang sesuai kedalam data set sebelum menggunakan model SSD sebagai input untuk membangun custom model MobileNetV2 dan kemudian mentraining model dengan *TensorFlow Object Detection API*. Sebelum *training* model dilakukan, tensorflow membantu dalam augmentasi data dan mengunduh ImageNet yang telah dilatih sebelumnya untuk membuat efisiensi prediksi algoritma secara akurat. Setelah mengunduh pre-trained ImageNet, algoritma SSD dilatih dengan bobot ImageNet dan data set yang telah ada sebelumnya tanpa merubah lapisan dasar. Setelah seseorang diidentifikasi, kemudian kamera pada komputer akan menandai dengan

kotak pembatas koordinat dan menghitung titik tengah antara kiri atas dan kiri bawah bersama dengan titik kanan atas dan kanan bawah. Dengan metode tensorflow data akan ditraining dengan menggunakan *Caffe* model yang nantinya akan dipakai sebagai pendeteksi masker wajah berupa foto wajah yang menggunakan masker maupun yang tidak.

Tabel 1. Training Data

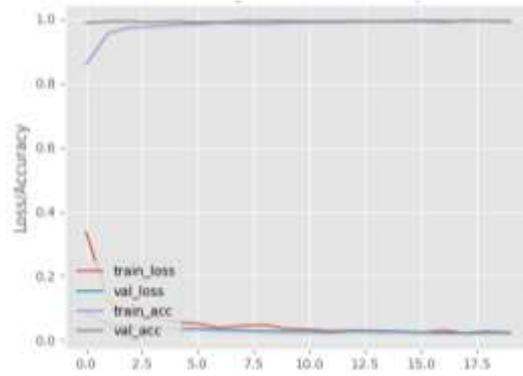
Epoch	Loss	Accuracy	Val-Loss	Val-Accuracy	Time Training
1/20	0.3184	0.8639	0.0853	0.9739	174s
2/20	0.1091	0.9611	0.0519	0.9883	178s
3/20	0.0857	0.9661	0.0422	0.9896	182s
4/20	0.0676	0.9759	0.0385	0.9896	185s
5/20	0.0556	0.9819	0.0373	0.9896	250s
6/20	0.0470	0.9838	0.0376	0.9909	196s
7/20	0.0409	0.9858	0.0303	0.9909	177s
8/20	0.0462	0.9835	0.0306	0.9922	185s
9/20	0.0369	0.9845	0.0397	0.9883	196s
10/20	0.0399	0.9865	0.0278	0.9935	193s
11/20	0.0332	0.9878	0.0294	0.9935	169s
12/20	0.0280	0.9914	0.0303	0.9922	180s
13/20	0.0333	0.9885	0.0278	0.9922	180s
14/20	0.0252	0.9921	0.0273	0.9922	169s
15/20	0.0290	0.9911	0.0276	0.9935	167s
16/20	0.0213	0.9931	0.0273	0.9935	159s
17/20	0.0282	0.9918	0.0344	0.9870	178s
18/20	0.0236	0.9918	0.0252	0.9922	189s
19/20	0.0190	0.9937	0.0253	0.9922	237s
20/20	0.0204	0.9924	0.0234	0.9935	255s

Dari Tabel 1, dapat dilihat keakuratannya meningkat mulai dari *epoch* yang kedua diikuti dengan *loss acc* setelahnya. Kemudian Setelah dilakukan training dan garis akurasi telah stabil maka langkah selanjutnya adalah evaluasi model. Model Evaluasi bisa dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Model Evaluasi

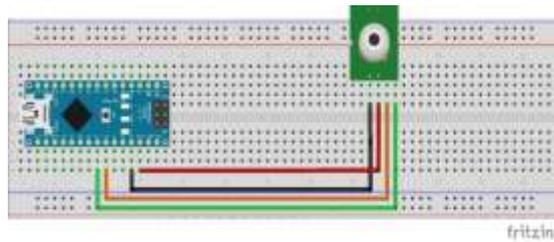
	Precision	recall	f1-score	support
masker	0.99	0.99	0.99	383
Tanpa masker	0.99	0.99	0.99	384
Akurasi			0.99	767
Macro avg	0.99	0.99	0.99	767
weighted avg	0.99	0.99	0.99	767

Pada evaluasi model didapatkan hasil skor F1 0.99 dimana tingkat akurasi dalam mendeteksi penggunaan masker dan tidak menggunakan masker hampir mendekati nilai 1



Gambar 3. Training and Accuracy

3.3 Deteksi Suhu menggunakan Arduino Nano dan kamera Infrared mlx90614



Gambar 4. Perancangan Suhu Tubuh dengan Arduino Nano dan kamera infrared

Pemeriksaan tanda vital pada manusia adalah salah satunya dengan suhu tubuh dikarenakan suhu tubuh menandakan adanya aktivitas organ-organ didalam tubuh manusia dan adanya perubahan sistem pada tubuh. Pemeriksaan suhu tubuh menjadi sangat penting apalagi dimasa pandemi seperti sekarang yang bukan hanya sekedar rutinitas tetapi merupakan tindakan pengawasan terhadap perubahan sistem tubuh. Untuk mengetahui suhu tubuh diperlukan alat pengukur suhu yang salah satunya adalah termometer. Dalam penelitian ini dirancang termometer digital yang efisien dan dapat digunakan dimasa pandemi seperti sekarang yang mewajibkan menjaga jarak sejauh 2 meter. Thermometer ini mamapu mendeteksi suhu tubuh dalam hitungan detik dan tanpa kontak fisik sehingga lebih efisien. Pengukuran suhu ini dilakukan melalui sinar infrared yang kemudian dapat digambarkan kedalam bentuk suhu tubuh

Untuk mengetahui apakah rancangan Arduino Nano dan Kamera MLX90614 berfungsi dengan baik, maka dilakukan 3 kali pengujian dengan jarak yang berbeda dengan mengambil data pada 5 titik suhu yang berbeda yaitu 36°C[12]. Diperlukan perhitungan untuk mengetahui tingkat ketelitian suatu alat. Setelah diperoleh data dari hasil pengukuran suhu oleh kamera infared, maka langkah selanjutnya adalah menganalisa data untuk dilakukan perhitungan nilai persentase (%) keberhasilan dan nilai persentase (%) kesalahan [13]

Tabel 3. Hasil Pengukuran suhu

Jarak	Termometer Standar (°C)	Non-Contact Thermoter(°C)	Selisih (°C)	Persentase Error
1 cm	36.70	36.15	0.55	1.49
	36.60	36.35	0.25	0.68
	36.80	36.46	0.34	0.92
Rata-rata	36.70	36.32	0.38	1.03
2 cm	36.75	35.90	0.85	2.31
	36.20	35.75	0.45	1.24
	36.37	36.20	0.17	0.46
Rata-rata	36.44	35.96	0.49	1.33
3 cm	36.60	35.55	1.05	2.86
	36.60	36.14	0.46	1.25
	36.60	35.18	1.42	3.87
Rata-rata	36.60	35.62	0.97	2.66
4 cm	36.50	35.78	0.72	1.97
	36.60	34.76	1.84	5.02
	36.50	35.65	0.85	2.32
Rata-rata	36.53	35.39	1.13	3.10

Kamera Sensor MLX90614 akan melakukan pancaran infrared yang mengandung energi panas maka sensor MLX90614 akan menghasilkan arus listrik yang akan menimbulkan tegangan dan ditransformasikan menjadi sinyal digital oleh sensor.

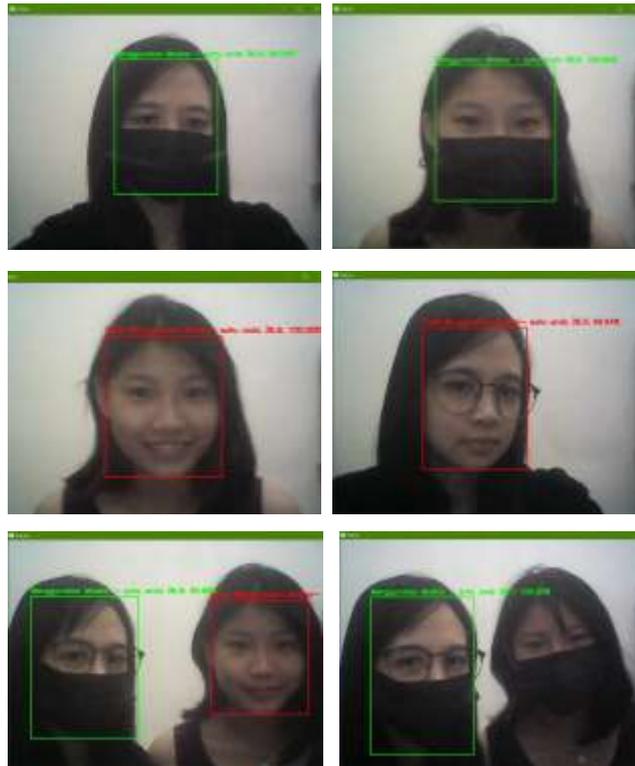
3.4 Hasil dan analisis

Pengujian suhu tubuh dan deteksi masker dilakukan dengan mengkoneksikan anatara program Deteksi Masker dan Suhu tubuh pada arduino nano dengan menggunakan code yang ada pada gambar dibawah ini



Gambar 5. Conecting Program

Kode diatas berfungsi untuk menggabungkan antara program deteksi wajah dan suhu sehingga akan menghasilkan output jika orang menggunakan masker dan suhu tubuh normal maka program akan menampilkan hasil terimakasih sudah menggunakan masker beserta nilai akurasi dan suhu tubuh. Sebaliknya, jika salah satu perintah tidak terpenuhi seperti suhu tidak normal atau lebih dari 37°C maka sistem tidak akan melanjutkan proses ke tahap selanjutnya untuk mendeteksi masker sehingga tidak diperbolehkan memasuki area tersebut.



Gambar 6. Hasil Program

Pada gambar 6. merupakan hasil running dari program deteksi masker dan suhu tubuh yang menunjukkan keterangan jika suhu tubuh kurang dari 37°C dan menggunakan masker maka sistem akan mengeluarkan hasil berupa keterangan menggunakan masker, tingkat akurasi dan suhu tubuh yang sudah terdeteksi di rangkaian arduino. Dan jika suhu tubuh tidak normal maka sistem tidak akan melanjutkan proses ke tahap deteksi masker. Kelemahan dari sistem ini adalah tidak dapat mendeteksi suhu tubuh jika objek yang dikenali lebih dari satu.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem dapat berjalan dengan baik dan mampu mendeteksi penggunaan masker dan suhu tubuh secara *real time* dengan menerapkan metode algoritma *Local Binary Pattern* dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi yaitu skor F1 0.99 untuk deteksi masker dan pengukuran suhu tubuh setiap detik dengan satuan derajat celcius (C) dengan rata-rata presentase error tertinggi 3.10% pada jarak 4 cm. Kelemahan dari sistem ini adalah tidak dapat mendeteksi suhu tubuh jika objek yang dikenali lebih dari satu, saran dari penulis adalah perlu adanya pengembangan sistem seperti deteksi masker dan suhu berbasis android untuk menyempurnakan solusi yang diusulkan pada penelitian ini sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal dan nilai emisivitas pada saat pengukuran suhu tubuh oleh sensor MLX90614 agar dapat dikalibrasi sehingga pengukuran suhu dapat bisa lebih presisi dengan objek yang dideteksi

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] D. S. Hui *et al.*, "The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health — The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China," *Int. J. Infect. Dis.*, vol. 91, pp. 264–266, 2020.
- [2] H. Nishiura, N. M. Linton, and A. R. Akhmetzhanov, "Serial interval of novel

- coronavirus (COVID-19) infections,” *Int. J. Infect. Dis.*, vol. 93, pp. 284–286, 2020.
- [3] N. Zhi *et al.*, “Treatment of pulmonary fibrosis in one convalescent patient with corona virus disease 2019 by oral traditional Chinese medicine decoction: A case report,” *J. Integr. Med.*, no. xxxx, 2020.
- [4] M. Abdul, R. Irham, and D. A. Prasetya, “Untuk Kendali Pintu Otomatis Berbasis Deep Learning,” *Simp. Nas. RAPI XIX*, pp. 47–55, 2020.
- [5] F. A. Susanto, “Pengukuran Suhu Tubuh Online Sebagai Pencegahan Penyebaran Virus Flu,” vol. 13, no. 2, pp. 67–74, 2020.
- [6] Y. Wu, H. Liu, B. Li, and R. Kosonen, “Prediction of thermal sensation using low-cost infrared array sensors monitoring system,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 609, no. 3, pp. 0–6, 2019.
- [7] R. Purwati and G. Ariyanto, “Pengenalan Wajah Manusia berbasis Algoritma Local Binary Pattern,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 17, no. 2, pp. 29–38, 2017.
- [8] M. Q. Ng and S. S. Teoh, “Development of a low-cost thermal camera for electrical condition monitoring,” *Univers. J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, no. 5, pp. 94–99, 2019.
- [9] E. S. B. Santosa and S. Waluyanti, “Teaching Microcontrollers using Arduino Nano Based Quadcopter,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1413, no. 1, 2019.
- [10] M. Protsiv, C. Ley, J. Lankester, T. Hastie, and J. Parsonnet, “Decreasing human body temperature in the United States since the industrial revolution,” *Elife*, vol. 9, pp. 1–11, 2020.
- [11] I. I. Geneva, B. Cuzzo, T. Fazili, and W. Javaid, “Normal body temperature: A systematic review,” *Open Forum Infect. Dis.*, vol. 6, no. 4, pp. 1–7, 2019.
- [12] M. Safitri and G. A. Dinata, “Non-Contact Thermometer Berbasis Infra Merah,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 21–26, 2019.
- [13] U. Achlison, “Analisis Implementasi Pengukuran Suhu Tubuh Manusia dalam Pandemi Covid-19 di Indonesia,” *J. Ilm. Komput. Graf.*, vol. 13, no. 2, pp. 102–106, 2020.