
Sistem Deteksi Suhu Tubuh Dan Pemakaian Masker Pada Manusia Menggunakan Metode Faster-RCNN Secara Real Time

Marshelino Laksmana Syahjaya¹⁾ Heri Pratikno²⁾ Harianto³⁾ Weny Indah Kusumawati⁴⁾

Program Studi/Jurusan Teknik Komputer
Universitas Dinamika

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)18410200018@dinamika.ac.id, 2) heri@dinamika.ac.id, 3) hari@dinamika.ac.id, 4) weny@dinamika.ac.id

Abstrak: Sistem deteksi suhu tubuh dan pemakaian masker pada manusia menggunakan metode Faster-RCNN adalah sistem yang membantu penerapan protokol kesehatan Covid-19 di kala wabah Covid-19 semakin ganas, wabah ini mengakibatkan banyak kerugian di setiap negara dan juga korban jiwa, sehingga masyarakat dan pemerintah dengan sangat terpaksa melaksanakan pola hidup *new normal* yaitu dengan cara mewajibkan seluruh masyarakat untuk selalu cuci tangan, memakai masker, menjaga jarak serta melakukan pengecekan suhu tubuh untuk menghindari penyebaran virus Covid-19. Pada penelitian sebelumnya, Roynald Imanuel Ndun telah melakukan penelitian mendeteksi suhu tubuh manusia menggunakan infrared thermometer MLX90614 dengan hasil rata-rata akurasi sebesar 0.22°C dengan jarak deteksi antara 0-5 cm, sedangkan penelitian yang telah dilakukan oleh Fernanduz menggunakan kamera Thermal AMG8833 untuk mendeteksi suhu tubuh manusia memperoleh akurasi rata-rata sebesar 0.23°C dengan jarak deteksi antara 1-5 cm. Pada penelitian ini menggunakan kamera Thermal MLX90640 untuk mendeteksi suhu tubuh pada manusia dengan selisih rata-rata 0.18°C pada jarak 10 cm, 1.44°C dengan jarak 30 cm, 2.68°C pada jarak 50 cm, 3.6°C dengan jarak 100 cm, dan 3.76°C pada jarak 130 cm dibandingkan dengan nilai suhu hasil pembacaan Thermal Gun, sedangkan akurasi deteksi pemakaian masker menggunakan metode Faster-RCNN sebesar 92.75%.

Kata Kunci: *Faster-RCNN– Deep Learning, Resnet-50, Thermal Camera, Mask detection*

Penyakit virus corona (COVID-19) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus SARS-CoV-2. Sebagian besar orang yang tertular COVID-19 mengalami gejala ringan hingga sedang, dan pulih tanpa penanganan khusus. Namun, sebagian orang mengalami sakit parah dan memerlukan bantuan medis. Virus Corona dapat menyebar dari mulut atau hidung orang yang terinfeksi melalui partikel cairan kecil ketika orang tersebut batuk, bersin, berbicara, bernyanyi, atau bernapas. Partikel ini dapat berupa droplet yang lebih besar dari saluran pernapasan hingga aerosol yang lebih kecil.

Manusia dapat tertular saat menghirup udara yang mengandung virus jika berada di dekat orang yang sudah terinfeksi COVID-19. Manusia juga dapat tertular jika menyentuh mata, hidung, atau mulut setelah menyentuh permukaan benda yang terkontaminasi. Virus lebih mudah menyebar di dalam ruangan dan di tempat ramai (Pane, 2020).

Salah satunya protokol memakai masker yang sering sekali diabaikan masyarakat disaat beraktifitas, maka dari itu di setiap perusahaan, mall, dan rumah sakit perlu menerapkan sistem deteksi masker terlebih dahulu sebelum melakukan aktifitas. Selain memakai masker diperlukan juga untuk melakukan pemeriksaan suhu. Namun sulitnya melakukan pengawasan secara terus menerus untuk pengecekan suhu, maka diperlukan alat untuk pengecekan suhu untuk melakukan pengawasan setiap orang yang beraktifitas.

Dari kedua topik tersebut, maka dibuatlah sistem pendeteksi suhu dan masker menggunakan kamera thermal sebagai deteksi suhu pada Raspberry Pi 4 dan kamera laptop untuk deteksi masker. Pada penelitian sebelumnya, Lambacing dan Ferdiansyah membuat sistem menggunakan Raspberry Pi sebagai otak utamanya, dengan menambahkan modul kamera dan juga sensor PIR, yang mendeteksi apakah orang tersebut

menggunakan masker atau tidak (Lambacing & Ferdiansyah, 2020).

Pada penelitian ini memberi solusi melalui proses deteksi suhu tubuh manusia menggunakan kamera thermal MLX90640, disamping itu pada penelitian ini juga dilengkapi dengan proses deteksi pemakaian masker pada orang menggunakan metode Faster-RCNN yang mempunyai keunggulan yaitu proses deteksinya lebih cepat dan lebih akurat. Dimana proses deteksi suhu tubuh dan deteksi pemakaian masker digunakan dalam rangka peningkatan keamanan dan penegakkan protokol kesehatan selama masa pandemi. Kedua sistem deteksi pada penelitian ini dilakukan secara *realtime* menggunakan Deep Learning serta library OpenCV.

LANDASAN TEORI

Deep Learning

Deep Learning adalah salah satu metode pembelajaran mesin yang memungkinkan komputer untuk mempelajari tugas-tugas yang ditugaskan dengan sifat manusia. Selain itu Deep Learning merupakan Teknologi pendukung kecerdasan buatan (AI) dan kemajuannya di berbagai bidang.

Teknologi *Deep Learning* ini juga mampu mengenali tanda-tanda berhenti serta membedakan suatu objek dengan objek yang lainnya. Selain itu juga, Teknik lainnya adalah memainkan peran penting dalam pengenalan suara seperti yang ada dalam Ponsel, Televisi, dan sebagainya (Sena, 2018).

Thermal Camera

Thermal Camera merupakan kamera termografi yang dapat mengubah radiasi infra merah menjadi cahaya tampak. Dalam dunia medis Thermal Camera digunakan untuk mendiagnosis berbagai gangguan penyakit. Di dalam kamera ini ada sebuah alat pengukur kecil yang dapat menangkap radiasi inframerah yang disebut Microbolometers. Setiap *pixel*-nya memiliki 1 Microbolometers, Microbolometers inilah yang mencatat suhu yang kemudian menugaskan piksel itu ke warna yang sesuai dengan standar.

Di dalam masa pandemi ini, Thermal Camera sangat bermanfaat untuk membantu penerapan protokol Kesehatan Covid-19 dengan cara mendeteksi suhu tubuh pada manusia. Cara kerja Thermal Camera ini sama dengan termometer namun kamera ini menangkap gambar atau video dalam jumlah yang banyak secara akurat (Tanoto, 2020).



Gambar 1. Kamera Thermal MLX90640

Raspberry PI 4

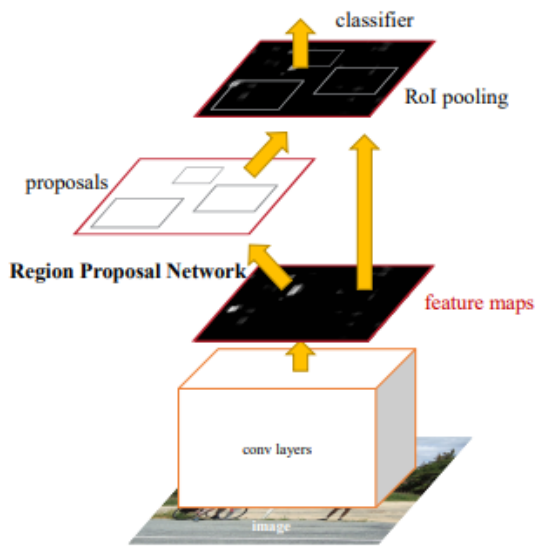
Raspberry Pi atau dapat disebut RasPi merupakan komputer kecil yang memiliki Prosesor, RAM, dan Port Hardware seperti layaknya di komputer. Ini berarti, RasPi dapat melakukan banyak hal pada sebuah komputer seperti mengedit dokumen, memutar video, dan sebagainya, maka dari itu RasPi sangatlah berguna dalam membantu menjalankan program dan alat bersamaan, sehingga kita tidak memerlukan lagi seperti Laptop, ponsel dan sebagainya untuk menjalankan alat serta programnya secara terus menerus (Risqiaf, 2017).



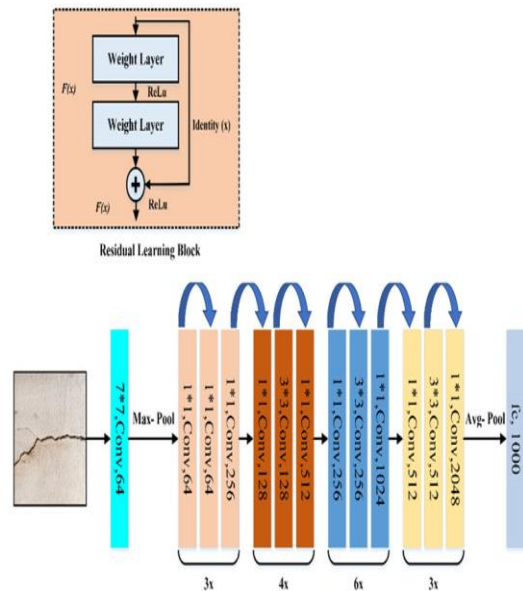
Gambar 2. Raspberry PI 4

Faster-RCNN

Faster-RCNN merupakan proses deteksi gambar di areanya dengan cara mengganti metode pencarian selektif dengan jaringan proposal wilayah (RPN) yang membuat algoritma lebih cepat (Everitt, 2018).



Gambar 3. Arsitektur Faster-RCNN



Gambar 4. Arsitektur Resnet-50

Visual Studio Code

Visual studio Code merupakan aplikasi cross platform yang dapat digunakan berbagai sitem operasi seperti windows, Linux, dan Mac OS. VS Code termasuk software yang ringan namun kuat editor sumbernya dengan deskop. Menggunakan berbagai macam bahasa pemrograman seperti Java, JavaSkrip, Go, C++, dan masih banyak yang lainnya (Tasari, 2021).

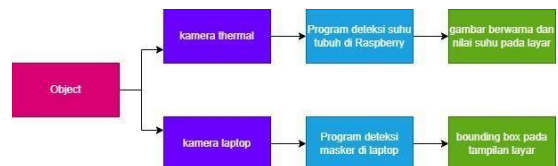
Resnet-50

Merupakan salah satu model *Residual Network*. Model arsitektur ini memiliki 48 layer konvolusi serta 1 *layer maxpooling* dan 1 *layer average pool* layer. Model arsitektur ini dapat menggunakan data input berupa *image*.

METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem Keseluruhan

Perancangan sistem keseluruhan meliputi beberapa perangkat seperti 2 kamera yaitu kamera pada laptop sebagai pendeteksi pemakaian Masker dan kamera thermal untuk di pasang di Raspberry PI 4 sebagai pengukur suhu tubuh manusia.



Gambar 5. Blok diagram sistem deteksi suhu dan pemakaian masker pada manusia

Gambar 5 merupakan proses kerja sistem keseluruhan secara singkat. Obyek terdeteksi oleh 2 kamera yaitu kamera thermal dan kamera laptop yang nantinya pada kamera thermal memberikan informasi obyek ke dalam Raspberry PI 4 dan outputnya berupa gambar berwarna dengan kategori warna biru untuk suhu dingin, sedangkan merah untuk suhu panas dan nilai suhu pada tubuh manusia. Lalu informasi dari kamera laptop masuk ke program deteksi masker dengan metode Faster-RCNN dan outputnya berupa bounding box hijau pada tampilan layar dengan status memakai masker, sedangkan bounding box merah untuk tidak memakai masker.

Perancangan Sistem Deteksi Masker

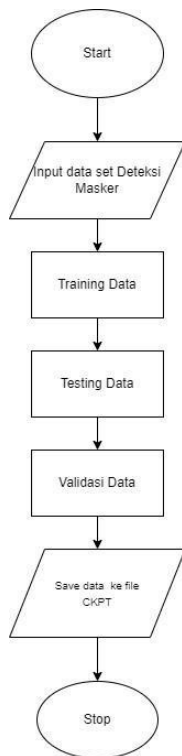
Perancangan sistem deteksi masker menggunakan metode Faster-RCNN. Dalam perancangan ini terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan, yaitu Input Data Set deteksi masker, training data, testing data, dan validasi data.

Data set Deteksi Masker

Data Set yang digunakan di ambil dari website Kaggle.com. Data Set yang dapat di *download* atau di akses oleh siapa saja berjumlah 7.959 gambar dengan 2 jenis data yaitu Data Set untuk memakai masker dan Data Set yang tidak memakai masker. Pembagian Data Set untuk Training sebanyak 80% dari jumlah data dan untuk Testing sebanyak 20% dari jumlah data.

Proses Training

Setelah Dataset telah disiapkan kemudian dilakukan training atau diberikan pelatihan pada sistem agar dapat mengetahui obyek yang ingin dideteksi. Setelah itu dilakukan testing data untuk menguji apakah data yang ditraining telah berhasil atau tidak. Kemudian data yang telah ditesting divalidasi dan disimpan berupa file dengan format nama.CKPT.



Gambar 6. Algoritma proses training data

Gambar 6 merupakan proses algoritma dari training data. Dimulai dari pengumpulan dataset pada suatu penyimpanan, lalu dilakukan penyesuaian antara dataset dengan arsitektur yang digunakan. Penyesuaian ini berupa pemotongan gambar, mengubah gambar menjadi hitam-putih, dan lainnya. Setelah itu dilakukan proses training.

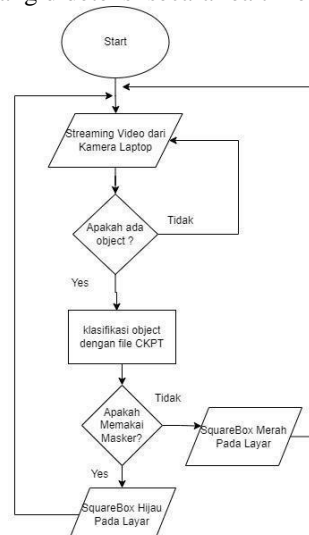
Proses yang ada pada training data dimasukkan ke dalam lapisan konvolusi lalu data citra yang ditraining memiliki ukuran sebesar 512x512 pixel. Gambar diproses melalui tumpukan konvolusi dengan filter berukuran kecil sebesar 3x3 pixel.

Accuracy dan loss

Setelah Data Set di masukan ke dalam model arsitektur Resnet-50 ada tampilan untuk nilai akurasi. Nilai ini dikelola untuk menentukan nilai rata-rata akurasi dari model arsitektur Resnet-50 yang telah di jalankan. Selain nilai akurasi ada juga nilai untuk *error/loss* yang ditampilkan.

Proses Realtime Pemakaian Masker

Setelah proses training selesai, maka proses realtime dapat dilaksanakan dengan menggunakan file hasil training untuk klasifikasi obyek yang dideteksi secara realtime.



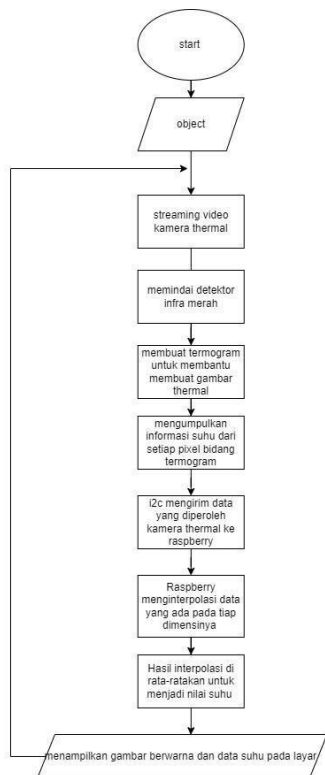
Gambar 7. Algoritma perancangan sistem deteksi masker

Gambar 7 merupakan flowchart yang terdapat pada sistem deteksi pemakaian masker. Dengan memanfaatkan kamera laptop yang live streaming, lalu obyek yang tertangkap kamera dideteksi pemakaian masker dengan tampilan bounding box hijau dan status mask apabila

memakai masker dan bounding box merah dan status no mask apabila tidak memakai masker.

Perancangan Sistem Deteksi Suhu Tubuh Manusia

Pada tahap ini dilakukan pengukuran suhu tubuh manusia secara perancangan sistem deteksi suhu tubuh manusia menggunakan kamera Thermal MLX9064. Dalam merancang sistem deteksi suhu tubuh manusia, memerlukan beberapa library yang harus di install seperti matplotlib, python-smbus, i2c-tools dan lainnya pada Raspberry PI 4.



Gambar 8. Algoritma perancangan sistem deteksi suhu tubuh manusia

Pada gambar 8 kamera thermal memindai detektor inframerah yang ada pada obyek sekaligus termogram membuat gambar thermal yang tertangkap kamera, kemudian informasi suhu dikumpulkan dari data yang ada pada termogram pada setiap pixelnya, lalu data yang telah tertangkap kamera thermal dikirim ke Raspberry oleh I2C, lalu Raspberry menginterpolasi data atau dapat dikatakan mengambil data berdasarkan yang ada pada tiap dimensi kamera thermal untuk menentukan nilai suhu pada obyek tersebut, kemudian ditampilkan berupa gambar berwarna merah untuk suhu panas dan biru untuk suhu dingin beserta data suhu pada layar tampilan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Training Data Set Pemakaian Masker

Tujuan Training dataset

Tujuan dari melakukan training *dataset* adalah untuk melatih algoritma Machine Learning agar parameternya dapat menyesuaikan dengan data yang diberikan saat pelatihan dengan menggunakan arsitektur Resnet-50.

Tujuan Pengujian Program Deteksi Masker

Pengujian pada program deteksi masker ini adalah untuk mengetahui apakah program telah berfungsi dengan baik dan juga untuk mengetahui permasalahan apa saja yang ada pada sistem deteksi pemakaian masker yang telah dibuat.

Tabel 1. Hasil pengujian program deteksi pemakaian masker

No.	Pemakaian Masker	
	Memakai	Tidak Memakai
1	√	√
	√	√
	√	√
	√	√
2	×	√
	×	√
	√	√
	×	√
3	√	√
	√	√
	×	√
	×	√
4	√	×
	√	√
	√	√
	×	√
5	×	√
	×	√
	×	√
	×	√
6	√	√
	√	√
	×	√
	√	√
7	√	√
	√	√
	×	√
	×	√
8	√	√
	√	√

No.	Pemakaian Masker	
	Memakai	Tidak Memakai
	√	√
	√	√
	x	√

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa terdapat hasil yang tidak terdeteksi menggunakan masker karena pada saat dilakukan pengujian data Hizkia menggunakan baju untuk mengganti masker tidak dapat terdeteksi tetapi jika diganti dengan kertas dapat terdeteksi. Lalu untuk data Rifky pada saat melakukan pengujian terdapat obyek atau benda yang tertangkap kamera yang berada di tempat yang sama oleh Rifky terdeteksi memakai masker, ini membuktikan juga bahwa sistem pemakaian masker dapat mendeteksi lebih dari 1 obyek atau disebut *multiscale*.

Tabel 2. Hasil pengujian sistem deteksi pemakaian masker terhadap arah sudut pandang obyek

No.	Memakai masker dengan arah sudut		Tidak memakai maskerdengan arah sudut	
	45°	90°	45°	90°
1	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	x	x	√	√
	x	√	√	√
2	√	√	√	√
	√	√	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
3	x	x	√	√
	√	x	√	√
	x	x	√	√
	x	x	√	√
	√	x	√	√
4	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	x	x	√	√
5	x	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	x	x	√	√
	x	x	√	√
6	√	x	√	√
	√	√	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	x	x	√	√
7	x	x	√	√
	x	√	√	√

No.	Memakai masker dengan arah sudut		Tidak memakai maskerdengan arah sudut	
	x	x	√	√
	x	x	√	√
	x	x	√	√
8	x	√	√	√
	√	√	√	√
	√	√	√	√
	√	√	√	√
	√	√	√	√
	x	√	√	√

Dari tabel 2 merupakan hasil pengujian sistem deteksi pemakaian masker terhadap arah sudut obyek. Pada sudut 45° untuk kategori yang memakai masker terdapat beberapa obyek yang tidak terdeteksi karena faktor frame rate dan juga faktor posisi kamera yang harus menangkap atau mendeteksi wajah secara keseluruhan. Untuk itu pada sudut 90° memperoleh hasil dengan banyaknya obyek yang dikategorikan memakai masker tidak terdeteksi memakai masker.

Tabel 3. Hasil pengujian sistem deteksi pemakaian masker terhadap jarak obyek

No.	Jarak deteksi memakai masker		Jarak deteksi tidak memakai masker	
	1m	2m	1m	2m
1	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	x	x	√	√
	x	√	√	√
2	√	√	√	√
	√	√	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	x	x	√	√
3	√	x	√	√
	x	x	√	√
	x	x	√	√
	x	x	√	√
	√	x	√	√
4	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
5	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
6	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	x	√	√
	√	√	√	√
7	√	√	√	√
	√	√	√	√

No.	Jarak deteksi memakai masker		Jarak deteksi tidak memakai masker	
	1m	2m	1m	2m
	√	√	√	√
	√	×	√	
	√	×	√	
	√	×	√	
8	√	×	√	
	√	×	√	
	√	×	√	

Pada tabel 3 merupakan hasil pengujian pemakaian masker terhadap jarak deteksinya. Pada jarak 1-meter terdapat obyek dengan kategori memakai masker tetapi tidak terdeteksi memakai masker, faktor penyebabnya adalah frame rate dan penghalang antara kamera dengan obyek namun kemampuan dari sistem hanya sampai pada jarak 1-meter saja jika lebih dari 1-meter, maka hanya dapat mendeteksi obyeknya aja tanpa ada kategori bahwa obyek memakai masker.

Hasil pengukuran suhu tubuh manusia

Tabel 4. Hasil pengukuran sistem deteksi suhu tubuh manusia

Orang ke-	Pembacaan suhu		Selisih (°C)	Jarak (cm)
	MLX90640(°C)	Thermal Gun(°C)		
1	36.5	36.3	0.2	10
2	36.5	36.3	0.2	10
3	35.8	35.9	0.1	10
4	36.2	36.3	0.1	10
5	35.9	36.2	0.3	10
Rata-rata	36.18		0.18	
1	34.7	36.3	1.6	30
2	34.8	36.3	1.5	30
3	34.8	35.9	1.1	30
4	33.9	36.3	2.4	30
5	35.6	36.2	0.6	30
Rata-rata	34.76		1.44	
1	32.9	36.3	3.4	50
2	33.9	36.3	2.4	50
3	33.5	35.9	2.4	50
4	33.4	36.3	2.9	50
5	33.9	36.2	2.3	50
Rata-rata	33.52		2.68	
1	31.6	36.3	4.7	100
2	33.6	36.3	2.7	100
3	32.2	35.9	3.7	100
4	33.3	36.3	3.0	100
5	32.3	36.2	3.9	100
Rata-rata	32.6		3.6	
1	31.6	36.3	4.7	130
2	33.3	36.3	3.0	130
3	31.9	35.9	4.0	130
4	32.9	36.3	3.4	130
5	32.5	36.2	3.7	130

Orang ke-	Pembacaan suhu		Selisih (°C)	Jarak (cm)
	MLX90640(°C)	Thermal Gun(°C)		
Rata-rata	32.44		3.76	

Dari tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai yang diperoleh tidak stabil di karenakan pengaruh pada posisi lensa kamera yang menangkap objek berbeda dari posisi sebelumnya. Dengan cara kerja sensor pada thermal gun maupun kamera thermal yang membaca data dari setiap pixel yang di tangkap oleh lensa kedua alat tersebut. Selain itu juga jarak menjadi faktor yang mempengaruhi karena kamera thermal tidak dapat mencari data suhu tubuh secara maksimal.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian sistem deteksi suhu tubuh dan pemakaian masker pada manusia, maka didapat beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pada penelitian ini telah berhasil membuat sistem yang mampu mendeteksi suhu tubuh manusia menggunakan kamera thermal MLX90640 serta dapat mendeteksi pemakaian masker pada wajah manusia menggunakan Faster- RCNN.
2. Hasil deteksi dari program untuk mendeteksi pemakaian masker yang ada di wajah mempunyai akurasi sebesar 92.75% dari jumlah dataset sebanyak 7.959.
3. Pada pengujian sistem deteksi pemakaian masker menggunakan metode Faster-RCNN terdapat permasalahan yaitu: terdeteksinya beberapa obyek atau benda dalam bentuk kain dan kertas, sehingga tampilan di layar tidak hanya masker saja yang terdeteksi.
4. Pada pengujian untuk arah sudut obyek, terdapat beberapa permasalahan yang di akibatkan oleh frame rate yang lambat dan juga posisi wajah obyek yang tidak tepat oleh lensa kamera serta jarak kemampuan deteksi sekitar < 1 meter.
5. Perbandingan hasil deteksi suhu tubuh manusia antara thermal Gun dan kamera thermal MLX90640 mempunyai selisih rata-rata 0.18°C pada jarak 10 cm, 1.44°C pada jarak 30 cm, 2.68°C pada jarak 50 cm, 3.6°C pada jarak 100 cm, 3.76°C pada jarak 130 cm.
6. Hasil pengujian deteksi suhu tubuh manusia menggunakan kamera thermal MLX90640 mempunyai rata-rata 36.18°C dengan jarak 10 cm, 35.6°C pada jarak 30 cm, 33.52°C dengan jarak 50 cm, 32.3°C pada jarak 100 cm, dan 32.44°C dengan jarak 130 cm.

Saran

Adapun saran untuk pengembangan pada penelitian ini agar lebih baik, terdapat beberapa saran yaitu:

1. Menggunakan mini komputer selain Raspberry PI 4 agar dapat menjalankan kedua sistem tersebut dalam 1 device, misalkan menggunakan Jetson Nano.
2. Pemilihan dataset sebaiknya data antara yang memakai masker dan tidak memakai masker dipisahkan.
3. Peningkatan kualitas kamera thermal yang lebih bagus dan akurat, misalkan menggunakan kamera thermal SEEK CompactXR
4. Menggunakan mini komputer selain Raspberry PI 4 agar dapat menjalankan kedua sistem tersebut dalam 1 device, misalkan menggunakan Jetson Nano.
5. Pemilihan dataset sebaiknya data antara yang memakai masker dan tidak memakai masker dipisahkan.
6. Peningkatan kamera thermal yang lebih bagus dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Everitt. (2018). Yolo vs Faster RCNN. Everitt's Blog. https://everitt257.github.io/post/2018/08/10/object_detection.html
- Glibert, T. (2019) detectron-2-object-detection-with-pytorch Blog. <https://gilberttanner.com/blog/detectron-2-object-detection-with-pytorch>
- Kandir, N. (2016). Mengenal OpenCV dan Python serta Kaitan Keduanya – Oase Ilmu Multimedia dan Keislaman. Norkandirblog. <https://norkandirblog.wordpress.com/2016/12/23/mengenal-opencv-dan-python/>
- Lambacing, M. M., & Ferdiansyah, F. (2020). Rancang Bangun New Normal Covid-19 Masker Detektor Dengan Notifikasi Telegram Berbasis Internet of Things. *Dinamik*, 25(2), 77–84. <https://doi.org/10.35315/dinamik.v25i2.8070>
- Pane, M. D. C. (2020). COVID-19 - Gejala, penyebab dan mengobati - Alodokter. ALODOKTER Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. <https://www.alodokter.com/covid-19>
- Qolbiyatul Lina. (2019). Apa itu Convolutional Neural Network? by QOLBIYATUL LINA Medium. Medium.Com. <https://medium.com/@16611110/apa-itu-convolutional-neural-network-836f70b193a4>
- Risqiaf. (2017). Pengertian Raspberrypi – risqiaf. <https://risqiaf.wordpress.com/2017/12/30/pengertian-raspberrypi/>
- Sena, S. (2018). Pengenalan Deep Learning Part 8 : Gender Classification using Pre-Trained Network (Transfer Learning) by Samuel Sena Medium. Medium.Com. <https://medium.com/@samuelsena/pengenalan-deep-learning-part-8-gender-classification-using-pre-trained-network-transfer-37ac910500d1>
- Tanoto, U. (2020). Mengenal Apa Itu Thermal Camera ? Jojonomic.Com. <https://testingindonesia.co.id/apa-itu-thermal-camera/>
- Tasari, G. (2021). Mengenal Visual Studio Code Berita Gamelab Indonesia. <https://www.gamelab.id/news/468-mengenal-visual-studio-code>