

Sistem Pendeteksi Kurir Menggunakan Smart *Closed Circuit Television* (CCTV) Berbasis *Internet Of Things* (IoT) dengan Media Komunikasi Bot Telegram (Studi Kasus : Rumah Indekost)

**Riza Samsinar¹, Govinda Gatot Aditya², Deni Almanda³, Fadliondi⁴,
Fachri Amrulloh⁵, Anwar Iimar Ramdhan⁶**

^{1,2,3,4,5,6} Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27, DKI Jakarta, Indonesia
email

ABSTRACT

Closed circuit television (CCTV) merupakan sebuah sistem keamanan untuk pengawasan gambar video satu arah yang sangat banyak digunakan di berbagai tempat. Dengan semakin berkembangnya teknologi munculnya sebuah gagasan Internet of Things (IoT) dan konsep Machine learning sebuah CCTV dapat dikembangkan menjadi sebuah sistem pengawasan pintar yang dapat memproses layer-layer gambar untuk menghasilkan output tertentu, ataupun sebuah alat komunikasi. Sebelumnya, sudah banyak implementasi konsep Machine learning pada sistem CCTV, seperti pendeteksi wajah otomatis, pencari kerusakan pada saluran pipa air bahkan pendeteksi senjata berbahaya. Penelitian ini membuat sebuah sistem pendeteksi kurir pengiriman paket dengan penangkapan gambar CCTV pintar untuk memudahkan pengiriman kepada user yang dituju dengan menunjukkan jumlah jari sesuai dengan prosedur penerimaan paket pada rumah indekost, dengan tujuan yaitu untuk memanfaatkan sebuah sistem kamera CCTV menjadi sebuah alat komunikasi berbasis IoT dengan Bahasa pemrograman python untuk mendeteksi gesture tangan (Hand Gesture) menggunakan OpenCV dan Mediapipe, yang dapat menyajikan informasi berupa notifikasi email dan bot telegram. Waktu optimal rata-rata untuk setiap notifikasi terkirim adalah 18-26 detik. Dengan tingkat akurasi rata-rata pembacaan untuk skenario yang berbeda adalah 100% (sepi), 91% (normal), dan 91%(>2 orang/ramai). Sistem Pendeteksi ini di simpan pada file di google drive menggunakan format H.264 untuk mendapatkan kualitas gambar yang bagus.

katakunci : CCTV, Internet Of Things, OpenCV, Mediapipe, Python

ABSTRACT

Initially, surveillance cameras (CCTVs) were one-way video surveillance security systems that were widely used in many locations. With the development of technology, the emergence of IoT ideas, and the concept of machine learning, CCTV can evolve into an intelligent surveillance system that can process layers of images to produce specific results and communication tools. Previously, many CCTV systems implemented many machine learning concepts. These include automatic facial recognition, water pipe damage locators, and even dangerous weapon detectors. The breadth of imagination from the concept of machine learning and the many free programs (open source) by various developers for research purposes enable humanity to rapidly develop ideas and technologies. Therefore, this project is also a form of machine learning concept development in CCTV systems. The purpose of this project is to use the CCTV camera system in a Python-based communication tool to recognize hand gestures using OpenCV and Mediapipe, which can provide information in the form of emails and WhatsApp notifications.

Keywords : CCTV, Machine Learning, IoT, OpenCV, Mediapipe, Python

1 PENDAHULUAN

Pembelajaran mesin (*machine learning*) adalah salah satu bidang kecerdasan buatan yang paling cepat berkembang saat ini. Machine learning menempati urutan ketiga dalam kategori paten yang paling cepat berkembang [1]. Machine learning mengalami laju pertumbuhan majemuk tahunan sebesar 34% antara tahun 2003-2017, dan

diperkirakan masih akan mengalami laju pertumbuhan majemuk hingga 13% tahun 2021 [2]. Citra bisa berbentuk sebagai foto, atau sinyal-sinyal Video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan langsung pada suatu media penyimpanan [3]. Di area keamanan, kamera digunakan sebagai sensor visual untuk mendeteksi kejahatan. Saat ini kamera yang paling

banyak digunakan adalah jenis CCTV. Sistem televisi sirkuit tertutup (CCTV) menjadi semakin populer dan digunakan di banyak kantor, perumahan, dan di sebagian besar ruang publik [4]. Kamera pengintai dipasang hampir di mana-mana, dari lembaga publik, pusat perbelanjaan, bank, perpustakaan, jalan raya hingga rumah pribadi.. Kamera CCTV ini mampu mengidentifikasi seluruh obyek yang tertangkap oleh kamera ini, dan pada umumnya record data menggunakan CCTV dilakukan secara kontinyu berdasarkan waktu record [5]. Dengan adanya Internet of Things dapat memudahkan pengguna saat mengakses atau menggunakan piranti yang berada pada jarak jauh [6]. Keadaan tersebut mendorong manusia untuk terus melakukan inovasi dan kreasi untuk semakin mempermudah menjalankan aktivitasnya. Seperti kebutuhan masyarakat akan informasi sebuah rumah singgah sangatlah penting dan merupakan kebutuhan primer. Bagi mahasiswa dan pekerja yang belajar atau bekerja di daerah lain, banyak yang memanfaatkan fasilitas rumah indekos [7]. Pada sebuah rumah indekos biasanya terdapat banyak kamar dan penghuni, kondisi tersebut membuat kerabat atau tamu asing kesulitan untuk berkunjung atau mengirimkan paket secara tepat kepada penerima. Dari uraian tersebut maka penulis akan mengimplementasikan *Machine Learning* pada sebuah sistem CCTV yang tidak hanya untuk keamanan tetapi juga menjadi sebuah media komunikasi satu arah melalui kamera yang dapat membaca objek tertentu untuk memberi informasi kepada operator (pemilik CCTV), informasi tersebut bisa berupa tas terlantar, wajah, bencana alam dan objek-objek lainnya [8]. Klasifikasi citra merupakan salah satu permasalahan dalam Computer Vision dan hal yang sering sekali dipakai untuk mendeteksi objek dalam suatu citra [9]. Computer vision merupakan proses otomatis yang mengintegrasikan sejumlah besar proses untuk persepsi visual, seperti akuisisi citra, pengolahan citra, klasifikasi, pengenalan (recognition), dan membuat keputusan [10]. Sistem CCTV menyediakan kemampuan pengawasan yang digunakan dalam perlindungan orang, aset, dan system [11]. *Machine learning* yang diaplikasikan pada sebuah system CCTV untuk mempermudah penghuni pada rumah indekos, tidak terlepas dari kekurangan. Faktor kekuatan CPU dalam membaca informasi menjadi salah satu kendala tingkat akurasi dan presisi dalam melakukan pekerjaan ini, bila tidak segera terdeteksi dikhawatirkan akan terakumulasi sehingga akhirnya bisa menyebabkan kerusakan pada system itu sendiri, atau lebih buruk lagi yaitu kegagalan system. Maka penulis mengembangkan permasalahan sebagai berikut :

1. Menentukan CPU atau Board yang akan digunakan?
2. Menentukan jenis kamera yang akan digunakan?
3. Menentukan besar kapasitas penyimpanan untuk CCTV?
4. Menentukan bentuk notifikasi atau alarm pada sistem?
5. Mengukur kecepatan notifikasi terkirim dalam keadaan internet stabil?
6. Mengukur tingkat akurasi dan presisi dalam membaca perbedaan objek (tangan)?

Supaya penelitian terfokus pada permasalahan maka penulis memberi batas ruang lingkup yaitu:

1. Hanya melakukan simulasi 3 sampel penghuni kamar berbeda, yang terjauh dari gerbang rumah.
2. Mengukur tingkat keberhasilan program dalam keadaan internet stabil dan pencahayaan baik.
3. Mengukur tingkat keberhasilan pembacaan pada jarak efektif.

Sampel adalah sebagian atau subset dari suatu populasi [12]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat dokumentasi, dan menyajikan informasi yang berkaitan dengan desain alat, sistem, konfigurasi, implementasi, pengujian dan hasil akhir untuk sistem kontrol dan monitoring. Dengan mencapai tujuan tersebut, pengguna mampu mengimplementasikan OpenCV dengan konsep *Machine Learning* pada sebuah sistem CCTV.

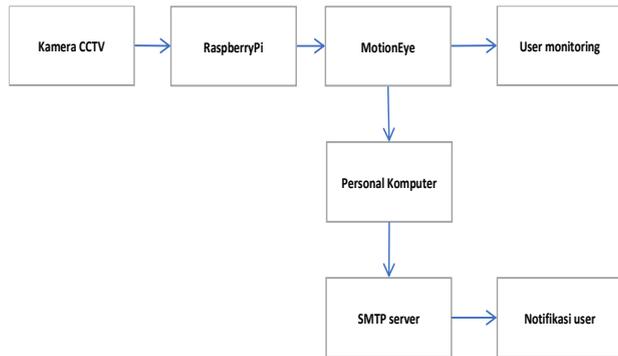
2 METODOLOGI

Sebuah sistem CCTV biasanya terdiri dari kamera, DVR dan display untuk monitoring, alat ini juga dilengkapi dengan kamera, display untuk monitoring, Raspberry sebagai DVR dan ditambah dengan CPU melalui komputer untuk memproses gambar di OpenCV dan MediaPipe. Hand gesture recognition, merupakan teknologi yang mampu membaca gerak tangan kemudian dirubah menjadi teks dan atau suara [13].



Gambar 1. Rangkaian sistem.

Program yang diimplementasikan pada penelitian ini adalah sebuah program untuk komputer dan dibuat sebagian besar menggunakan bahasa python. Pada bab ini akan dijelaskan tentang perancangan alat, dalam penelitian ini terdapat tiga komponen pokok yaitu Komputer, Kamera dan RaspberryPi. Untuk bagan alur kerja dari sistem berikut :



Gambar 2. Diagram Blok

Untuk penjelasan dari blok pada bagian pokok tersebut dapat di bagi menjadi sebagai berikut, Komputer, berfungsi menjadi CPU program python yang akan dijalankan. Kamera CCTV, berfungsi untuk menangkap objek atau gambar. Raspberry Pi berfungsi sebagai DVR pada sistem CCTV untuk menampilkan dalam bentuk video, Raspberrypi akan menggunakan *MotionEye Operating System* berperan sebagai DVR yang memproses citra yang ditangkap oleh kamera. Raspberry yang digunakan adalah Raspi 3 model B. MotionEye adalah OS dari raspberrypi, yang didalamnya terdapat fitur monitoring sistem CCTV. SMTP server berfungsi untuk mengirim email tujuan. Notifikasi user adalah pemberitahuan berbentuk email dan whatsapp. OpenCV dirancang untuk lintas platform. Jadi, perpustakaan ditulis dalam C dan ini membuat OpenCV portabel untuk hampir semua sistem komersial, dari PowerPC Mac hingga anjing robot [14]. Solusi MediaPipe menyediakan rangkaian pustaka dan alat untuk menerapkan teknik kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin (ML) dalam aplikasi. Solusi ini dapat langsung dipasang ke aplikasi, disesuaikan dengan kebutuhan, dan digunakan di berbagai platform pengembangan [15]. Dalam aplikasi pembelajaran mesin, pipelines, serangkaian langkah pemrosesan data yang kompleks, memproses kumpulan data pelatihan berlabel, dan menghasilkan model pembelajaran mesin [16]. Untuk mendukung sebuah sistem berkonsep *Machine Learning* diperlukan sebuah perangkat keras yang kuat untuk memproses data yang sangat besar, dibawah ini adalah daftar perangkat yang akan diimplementasikan dalam sistem ini :

Tabel 1. Perangkat keras yang dibutuhkan

No	Nama	Fungsi
1	Webcam	Kamera
2	Komputer Intel® Core™ i5-5200U	Processor

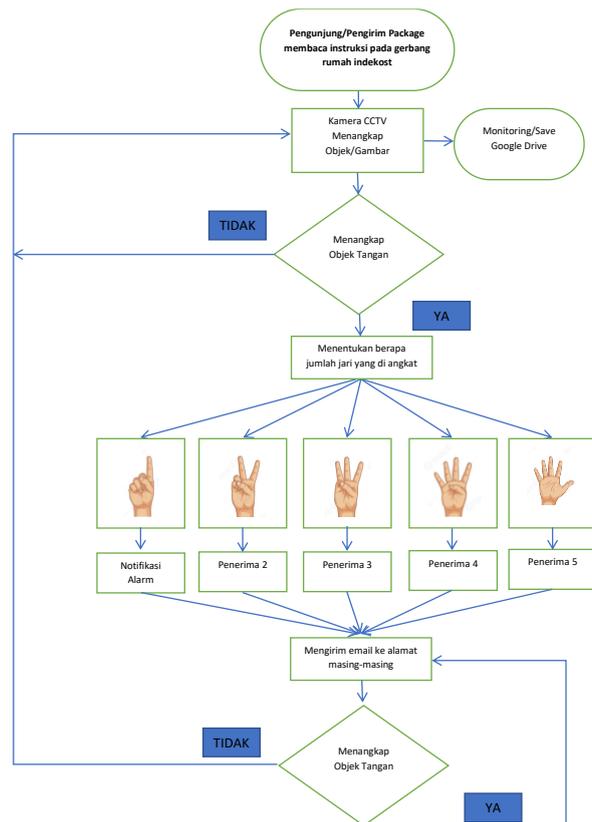
3	Raspberrypi 3b	DVR
---	----------------	-----

diperlukan juga sebuah perangkat lunak untuk memproses data yang didapatkan, dibawah ini adalah daftar perangkat yang akan diimplementasikan dalam sistem ini :

Tabel 2. Perangkat lunak yang dibutuhkan

No	Nama	Fungsi
1	Python 3	Bahasa program
2	OpenCV	Library
3	Mediapipe	Library
4	MotionEye OS	OS Raspberrypi
5	windows	OS Komputer

Python ditemukan oleh Guido van Rossum. Bahasa Python merupakan bahasa pemrograman yang dikategorikan highlevel language [17]. Python adalah bahasa pemrograman berorientasi objek yang dirancang untuk membuat prototipe cepat dari aplikasi yang kompleks [18]. Prinsip kerja dari sistem ini dapat dilihat pada bagan berikut ini :



Gambar 3. Prinsip kerja program

Tahap berikutnya meliputi pengumpulan data dan sosialisasi kepada pengunjung yang akan datang berupa papan pengumuman. Pengumpulan data-data diperlukan untuk melakukan registrasi alamat pada program yang akan dibangun. Tujuan dari

pengumpulan data adalah untuk menentukan kepada siapa notifikasi akan dikirim. Frame video yang direkam oleh kamera sudut lebar digunakan untuk mendeteksi [19]. Adapun data yang akan dikumpulkan adalah data email masing-masing penghuni dan nomor WhatsApp.

melakukan pengujian ini akan dilakukan simulasi seberapa jauh pembacaan penghitung jari dapat dilakukan menggunakan jarak yang telah ditentukan yaitu jarak 1M,2M,3M dan 4M (jarak terjauh/jalan umum) dan dari 2 tangan yang berbeda.

Tabel 3. Data penghuni terkumpul

Nama	Email	No WhatsApp
Richy	Awanxshelter@gmail.com	+62 857-1466-6678
Gatot A	2015420047@gmail.com	+62 812-9053-9384
Hary	adityagatot@gmail.com	+62 858-1432-9921
Imam	2015420052@gmail.com	+62 896-1803-1996
Bpk Faishal	faishalys08@gmail.com	+62 812-1166-3450



Gambar 6. Uji jarak efektif

Tabel 4. Hasil uji jarak efektif

Tangan	Jarak	Hasil
A B	1 Meter	Terbaca
A B	2 Meter	Terbaca
A B	3 Meter	Terbaca
A B	> 4 Meter	Sulit Terbaca



Gambar 4. Pengumuman pada gerbang rumah

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah sistem berhasil dibuat akan dilakukan pengujian dan evaluasi pada alat dan sistem yang dibuat. Pengujian yang dilakukan adalah daftar fungsi sistem/alat yang telah dijabarkan sebelumnya dan terhadap tujuan dibuatnya alat/sistem ini, yakni melakukan deteksi tangan, menghitung jari tangan dan mengirim notifikasi melalui email dan whatsapp.

Selanjutnya akan dilakukan pengujian menggunakan skenario yang berbeda. Akan dilakukan beberapa skenario, dikarenakan hasil *output* akan sangat dipengaruhi skenario *input*. Pada skenario yang akan dilakukan penulis hanya menggunakan 5 bilangan jari tangan kanan atau kiri saja mewakili penghuni kamar. Berikut adalah skenario pengujian yang diterapkan :

1. Skenario 1, Kondisi sepi tidak ada orang sama sekali apakah kamera mengalami error salah baca.
2. Skenario 2, Kondisi normal pengunjung hanya 1 orang apakah kamera dapat membaca tanpa error.
3. Skenario 3, kondisi ramai, pengunjung lebih dari 1 dan terdapat orang lalu-lalang.



Gambar 5. Uji fungsional

Kamera memiliki jarak efektif agar pembacaan/deteksi secara maksimal / baik. Untuk

Tabel 5. Hasil uji skenario 1

Aktual	Hasil Ujian (dalam detik)										Akurasi
	1s	4s	7s	10s	13s	16s	19s	22s	25s	30s	
Tidak ada orang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100%

Rata-rata hasil = 100%

Tabel 6. Hasil uji skenario 2

Aktual	Hasil Ujian (dalam detik)										Akurasi
	1s	4s	7s	10s	13s	16s	19s	22s	25s	30s	
1 jari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
2 jari	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	90%
3 jari	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	100%
4 jari	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100%
5 jari	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100%
6 jari	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	90%
7 jari	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	90%
8 jari	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	90%
9 jari	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	90%
10 jari	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100%

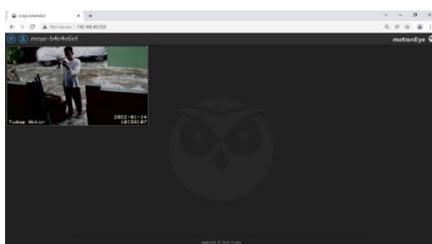
Rata-rata hasil = 95%

Tabel 7. Hasil uji skenario 3

Aktual	Hasil Ujian (dalam detik)										Akurasi
	1s	4s	7s	10s	13s	16s	19s	22s	25s	30s	
1 jari	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90%
2 jari	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	90%
3 jari	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	90%
4 jari	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	90%
5 jari	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	90%
6 jari	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	90%
7 jari	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	90%
8 jari	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	90%
9 jari	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	90%
10 jari	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100%

Rata-rata hasil = 91%

Sistem CCTV adalah sebuah sistem yang bertujuan untuk me-monitoring suatu lingkungan atau area yang kita tidak bisa selalu berada pada tempat tersebut oleh karena itu sebuah sistem monitoring yang baik dan tidak ketinggalan jaman adalah sebuah sistem monitoring yang dapat di akses *multiplatform* atau dengan berbagai macam aplikasi. Untuk mengakses monitoring CCTV Raspberry Pi melalui aplikasi android MotionEye.



Gambar 7. Uji monitoring website



Gambar 8. Uji monitoring aplikasi android

Fungsi notifikasi merupakan tujuan utama dari sistem yaitu memberikan notifikasi atau informasi melalui kepada penghuni/user dari CCTV selain monitoring stream video. Dalam pengujian ini dilakukan pengambilan data jumlah yang diangkat 1 sampai dengan 5 jari, setiap bilangan mewakili alamat email yang berbeda. Untuk mengatasi kesalahan seperti pada percobaan diatas dikarenakan pergerakan/pergantian jari tangan akan ditambahkan delay dalam perintah fungsi.



Gambar 9. Hasil notifikasi email

Tabel 8. Hasil uji kecepatan email diterima

Alamat email	Percobaan Ke- (dalam detik)					Hasil
	1	2	3	4	5	
adityagatot@gmail.com	25	20	20	19	25	21,8 detik
adityagatot2@gmail.com	20	19	25	25	39	25,6 detik
govindareset@gmail.com	29	24	19	18	19	21,8 detik
adityagovindagatot@gmail.com	15	16	17	25	20	18,6 detik
2015420047@ftunj.ac.id	19	16	17	18	29	19,8 detik

Catatan :

Pengujian dilakukan dengan keadaan jaringan internet stabil menggunakan provider yang sama.



Gambar 10. Hasil notifikasi di whatsapp

Tabel 9. Hasil uji kecepatan notifikasi diterima

No. Whatsapp	Percobaan Ke- (dalam detik)					Hasil
	1	2	3	4	5	
+62 857-1466-6678	24	17	20	19	25	21,0 detik
+62 812-9053-9384	20	19	23	25	29	23,2 detik
+62 858-1432-9921	26	24	19	18	19	21,2 detik
+62 896-1803-1996	15	16	17	22	20	18,0 detik
+62 812-1166-3450	18	16	17	18	28	19,4 detik

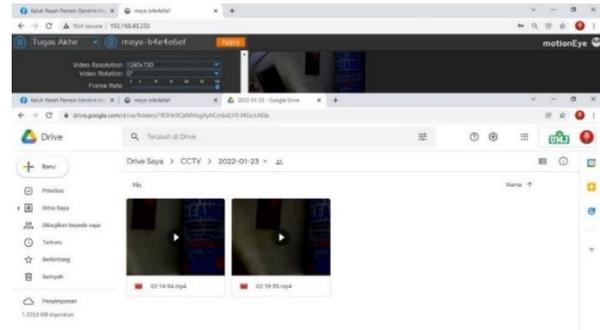
Catatan :

Pengujian dilakukan dengan keadaan jaringan internet stabil menggunakan provider yang sama.

Fungsi utama CCTV adalah dapat memonitoring selama kontinu dan juga dapat melihat kejadian sebelumnya melalui sistem perekaman. Pada pengujian ini penulis menggunakan metode penyimpanan kompresi H.264 (MP4) yang secara otomatis akan diupload berkala ke google drive milik 2015420047@ftumj.ac.id (drive.google.com), untuk menyimpan hasil rekaman video dibutuhkan waktu beberapa saat untuk mengupload data ke Gdrive, waktu lamanya akan bergantung kepada durasi dari video itu sendiri, berikut adalah dokumentasi yang didapatkan dari pengujian :

Tabel 10. Spesifikasi penyimpanan video

Penyimpanan	Google Drive
Ukuran penyimpanan	2015420047@ftumj.ac.id
Jenis penyimpanan	H.264 (MP4)
Pemicu simpan otomatis	Sensor gerak (motion)
Lama waktu penyimpanan	1 minggu
fps	< 30 frame



Gambar 11. Hasil penyimpanan video

4 KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan selama proses perancangan, implementasi, pengujian dari perangkat lunak dan perangkat keras yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsep machine learning dapat diaplikasikan ke dalam perangkat sistem CCTV, menggunakan kamera minimalis 1.3MP dengan jarak efektif < 4 meter, dengan tingkat ketepatan baca sebesar 95%, keberhasilan mengirim pesan 100% dengan skala kecepatan antara 18-26 detik dengan jaringan provider normal.
2. OpenCV dan Mediapipe merupakan machine learning software library yang bersifat open-source dan multi-platform, dan dapat digunakan pada windows, menggunakan perangkat hardware yang baik.
3. Sistem dapat mengirimkan notifikasi kepada penghuni melalui email dan WhatsApp. Waktu optimal rata-rata untuk setiap notifikasi terkirim adalah 18-26 detik dalam keadaan internet stabil. Tingkat akurasi rata-rata pembacaan untuk skenario yang berbeda adalah 100% (sepi), 95% (normal), dan 91% (>2 orang/ramai).
4. Monitoring melalui android/smartphone dapat berjalan dengan baik dan dapat di aplikasikan dimanapun dalam kondisi apapun selama internet terhubung dengan baik.
5. Penyimpanan pada google drive menggunakan format H.264 dapat mengurangi jumlah storage yang digunakan karena ukurannya yang kecil tetapi mendapatkan kualitas gambar yang bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "8 Fast Growing Technologies." <https://www.ificlaims.com/rankings-8-fast-growing.html> (accessed Jan. 20, 2022).
- [2] E. Irvi, "Rancang Bangun dan Evaluasi Kinerja Raspberry Pi Cluster sebagai Platform Penerapan Pembelajaran Mesin," Universitas Andalas, 2019.

- [3] H. Muchtar and F. Said, "Sistem Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Robert Filter dan Framing Image Berbasis Pengolahan Citra Digital," *Resist. Elektron. Kendali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 105–112, 2019.
- [4] M. Grega, A. Matiolański, P. Guzik, and M. Leszczuk, "Automated detection of firearms and knives in a CCTV image," *Sensors*, vol. 16, no. 1, p. 47, 2016.
- [5] S. Bahri and H. Kusindaryadi, "Rancang Bangun Pemantauan Absensi Mahasiswa dengan Menggunakan Sidik Wajah secara Simultan Melalui CCTV Ruang Kelas," *Resist. Elektron. Kendali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 37–44, 2020.
- [6] R. Samsinar, R. Septian, and F. Fadliandi, "Alat Monitoring Suhu Kelembapan dan Kecepatan Angin dengan Akuisisi Database Berbasis Raspberry Pi," *Resist. Elektron. Kendali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 29–36, 2020.
- [7] T. A. A. Widjaya, "PERANCANGAN APLIKASI PENYEWAAN KAMAR INDEKOS," Universitas Pasundan, 2019.
- [8] A. A. Adams and J. M. Ferryman, "The future of video analytics for surveillance and its ethical implications," *Secur. J.*, vol. 28, pp. 272–289, 2015.
- [9] K. P. Danukusumo, "Implementasi deep learning menggunakan convolutional neural network untuk klasifikasi citra candi berbasis GPU," UAJY, 2017.
- [10] R. Munir, "Pengantar Pengolahan Citra," *Pengolah Citra Digit*, pp. 1–10, 2013.
- [11] S. and N. W. S. C. Atlantic, *CCTV Technology Handbook. System Assessment and Validation for Emergency Responders (SAVER)*, 2013.
- [12] D. I. Harinaldi and M. Eng, "Prinsip-prinsip statistik untuk teknik dan sains," *Jkt. Erlangga*, 2005.
- [13] A. Darmawan, "Aplikasi Hand Gesture Recognition Sebagai Media Penerjemah Bahasa Isyarat Berbasis Android," Universitas Komputer Indonesia, 2021.
- [14] "OpenCV." <https://opencv.org/platforms/> (accessed Jan. 21, 2022).
- [15] "Mediapipe." <https://google.github.io/mediapipe/> (accessed Jan. 21, 2022).
- [16] B. Derakhshan, A. R. Mahdiraji, T. Rabl, and V. Markl, "Continuous Deployment of Machine Learning Pipelines.," in *EDBT*, 2019, pp. 397–408.
- [17] B. Kristiawan, "Sistem keamanan akses ruang dengan masukan barcode berbasis Raspberry Pi," Universitas Sanata Dharma, 2017.
- [18] S. Campbell, "Python Tutorial for Beginners: Learn Programming Basics," Apr. 25, 2023. Accessed: Jan. 21, 2022. [Online]. Available: <https://www.guru99.com/python-tutorials.html>
- [19] P. Wonghabut, J. Kumphong, T. Satiennam, R. Ung-Arunyawee, and W. Leelapatra, "Automatic helmet-wearing detection for law enforcement using CCTV cameras," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2018, p. 012063.

