

# Sistem Peringatan Dan *Monitoring* Jumlah Pengunjung Pada Ruangan Dalam Rangka *Physical Distancing* Berbasis IoT

Zhafir Afif Dwi Tanaya<sup>1</sup>, Sidik Nurcahyo<sup>2</sup>, Bambang Priyadi<sup>3</sup>

[Submission: 21-08-2021, Accepted: 23-09-2021]

**Abstract**— The process of counting the number of people entering and leaving the room is currently still done manually by relying on supervisors using Hand Tally Counters or mechanical counters. This method is considered less effective because it considers the potential for human error from the supervisor. One of the uses of technology that can solve this problem is to create a visitor count system by utilizing image processing in the image seen above that can distinguish people entering and leaving the room. In image processing, a hybrid approach method combines two processes object detection and object tracking. The system used a Raspberry Pi Camera for image capture, a Raspberry Pi 3 Model B for image processing and sending the data to the web and the display. P10 RGB LED Matrix for displaying data from the system. In the system, there is also a web that will display images from image processing in real-time. In the tests carried out, the results obtained, the system can distinguish people entering and leaving the room with an accuracy of reading data of 87.5%. The website system created can display images from image processing in real-time.

**Keywords**— Raspberry Pi, Image Processing, IoT.

**Intisari**— Proses menghitung jumlah orang yang masuk dan keluar ruangan pada saat ini masih dilakukan secara manual yaitu dengan mengandalkan pengawas menggunakan *Hand Tally Counter* atau penghitung mekanik. Cara ini dinilai kurang efektif karena mengingat potensi *human error* dari pengawas. Salah satu pemanfaatan teknologi yang dapat memecahkan permasalahan tersebut adalah dengan membuat sistem penghitung jumlah pengunjung dengan memanfaatkan *image processing* pada gambar nampak atas yang dapat membedakan orang yang masuk dan keluar ruangan. Dalam *image processing* digunakan metode pendekatan hybrid menggabungkan dua proses yaitu *object detection* dan *object tracking*. Dalam pembuatan sistem digunakan Raspberry Pi Camera untuk pengambilan gambar, Raspberry Pi 3 Model B untuk pemrosesan *image processing*, dan P10 RGB LED Matrix untuk display tampilan data dari sistem. Pada sistem juga terdapat sebuah web yang akan menampilkan gambar hasil *image processing* secara realtime. Pada pengujian yang dilakukan didapat hasil, sistem dapat membedakan orang masuk dan keluar ruangan dengan akurasi pembacaan data sebesar 87.5%.

Sistem website yang dibuat dapat menampilkan gambar hasil image processing secara realtime.

**Kata Kunci**— Raspberry Pi, Image Processing, IoT.

## I. PENDAHULUAN

Saat ini, dunia sedang menghadapi pandemi COVID-19. Penyakit Coronavirus 2019 (COVID-19), juga dikenal sebagai coronavirus atau COVID, adalah penyakit menular yang disebabkan oleh sindrom pernafasan akut parah coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Penyakit ini telah menyebar secara global, menyebabkan pandemi yang terus berlanjut. Penyebaran COVID-19 terutama terjadi ketika orang yang terinfeksi melakukan kontak dengan orang lain. Karena penyebaran COVID-19 terjadi ketika orang yang terinfeksi melakukan kontak dengan orang lain, salah satu tindakan pencegahan yang dilakukan adalah *physical distancing* dan *social distancing*.

Pembatasan jumlah orang yang dapat berada pada satu tempat termasuk kedalam upaya *physical distancing*, berdasarkan hal tersebut sebuah alat yang dapat membantu untuk mengawasi jumlah orang yang berada pada suatu ruangan dapat membantu berjalannya upaya *physical distancing*. Seiring dengan berkembangnya teknologi kamera pengawas seperti CCTV juga ikut berkembang. Pada masa kini kamera pengawas seperti CCTV sudah dapat diakses menggunakan internet. Pengguna dari CCTV tersebut dapat tetap mengakses kamera pengawas dimanapun asal terdapat koneksi internet. Dengan kemudahan akses internet saat ini memunculkan pengertian Internet of Things (IoT). IoT dapat didefinisikan sebagai perangkat yang dapat berkomunikasi dengan perangkat lain dan arsitektur terdistribusi seperti cluster, grids, dan clouds. Selain dapat melakukan komunikasi dengan perangkat lain, perangkat IoT dapat mengakses informasi yang ada di internet, mengambil dan memanipulasi data, serta berinteraksi dengan pengguna perangkat IoT.

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

<sup>1</sup>Mahasiswa, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro, Jl. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Kode Pos: 65141; fax: 0361-4321982; e-mail: [zhafir.afif3@gmail.com](mailto:zhafir.afif3@gmail.com)

<sup>2,3</sup>Dosen, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro, Jl. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Kode Pos: 65141; fax: 0361-4321982; e-mail: [sidik.nurcahyo@polinema.ac.id](mailto:sidik.nurcahyo@polinema.ac.id), [bambang.priyadi@polinema.ac.id](mailto:bambang.priyadi@polinema.ac.id)



Pengawasan jumlah pengunjung pada ruangan menggunakan kamera pengawas dapat dilakukan dengan bantuan dari proses image processing dan human detection. Image processing dan human detection adalah kunci dari pengawasan video cerdas, terutama pada gambar statis. Banyak pencapaian telah diraih dalam pengembangan teknologi deteksi manusia dalam beberapa tahun terakhir. Secara umum, proses pendeteksian mencakup tiga bagian berikut: deskripsi fitur, klasifikasi, dan pemrosesan gambar. Pertama-tama, fitur figur manusia biasanya mencakup fitur transformasi skala-invarian (SIFT), fitur tepi, fitur gaya berjalan, dan fitur arah gradien. Kedua, ada berbagai jenis pengklasifikasi, termasuk neural network, support vector engine (SVM), AdaBoost, dan Cascade. Menurut pengklasifikasi AdaBoost, ini adalah pengklasifikasi yang paling umum digunakan. Ketiga, pemrosesan gambar mencakup pemindaian global dan pemrosesan sub-blok. Yang pertama adalah pemrosesan dan analisis keseluruhan gambar, dan yang kedua adalah membagi gambar menjadi beberapa bagian dan memproses setiap bagian secara terpisah sesuai dengan tautan internal.

Penelitian mengenai pendeteksian objek menunjukkan bahwa deteksi objek rentan terhadap perubahan intensitas cahaya dan metode tersebut dapat diterapkan pada robot yang diam [1]. Arsitektur konseptual berbasis IoT untuk sistem pemantauan dapat mendukung upaya kesehatan masyarakat dan memungkinkan pemantauan yang lebih cerdas, lebih aman, dan lebih efisien [2].

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Raspberry Pi Camera

Modul Kamera Raspberry Pi adalah produk resmi dari Raspberry Pi Foundation. Model 5 megapiksel asli dirilis pada 2013, dan Modul Kamera 8 megapiksel v2 dirilis pada 2016. Untuk kedua iterasi, ada versi cahaya tampak dan inframerah. Kamera Kualitas Tinggi 12 megapiksel dirilis pada tahun 2020. Tidak ada versi inframerah dari Kamera HQ, namun Filter IR dapat dihapus jika diperlukan [3].

### B. Raspberry Pi

Mini PC adalah kelas komputer multi-user yang dalam spektrum komputasi berada di posisi menengah dibawah kelas komputer mainframe dan sistem komputer single-user seperti komputer pribadi. Istilah komputer mini dalam era sekarang ini sudah dianggap kuno dan diganti dengan istilah-istilah seperti komputer menengah IBM (midrange system). Komputer mini mempunyai kemampuan beberapa kali lebih besar jika dibandingkan dengan PC. Dikarenakan

microprocessor yang digunakan untuk memproses data memang mempunyai kemampuan jauh lebih unggul jika dibandingkan dengan microprocessor yang digunakan pada PC. Komputer mini pada umumnya dapat digunakan untuk melayani lebih dari satu pengguna. Contoh dari mini PC adalah Raspberry Pi, Cubie Board, Orange Pi, Banana Pi, Intel Galileo dan lain sebagainya [4].

### C. Image Processing

Image processing adalah proses untuk mengamati dan menganalisa suatu objek tanpa berhubungan langsung dengan objek yang diamati. Proses dan analisisnya melibatkan persepsi visual dengan data masukan maupun data keluaran yang diperoleh berupa citra dari objek yang diamati. Teknik-teknik image processing meliputi penajaman citra, penonjolan fitur tertentu dari suatu citra, kompresi citra dan koreksi citra yang tidak fokus atau kabur [5].

*Object detection* menentukan keberadaan suatu objek dan ruang lingkungannya serta lokasi pada sebuah gambar. Hal ini dapat diperlakukan sebagai pengenalan objek kelas dua, dimana satu kelas mewakili kelas objek dan kelas lain mewakili kelas non-objek. Deteksi objek dapat dibagi lagi menjadi soft detection dan hard detection. Soft detection hanya mendeteksi adanya objek sedangkan hard detection mendeteksi adanya objek serta lokasi objek [6].

Dalam visi komputer, *object tracking* (pelacakan objek) adalah suatu proses untuk melacak satu objek atau lebih dari suatu citra. Objecttracking termasuk dalam salah satu fungsi yang sangat penting di bidang visi komputer. Ada tiga langkah penting dalam analisa video: deteksi objek yang bergerak, mendeteksi beberapa objek di setiap frame, dan analisa objek yang dilacak untuk mengenali pergerakan objek pada citra. Dalam bentuk yang paling sederhana, tracking dapat didefinisikan sebagai suatu masalah untuk memperkirakan lintasan dari sebuah objek yang bergerak dalam sebuah gambar. Secara konsisten, pelacak memberikan label pada objek yang dilacak pada frame-frame yang berbeda dalam sebuah video. Berdasarkan dari pelacakan domain, sebuah pelacak juga dapat memberikan informasi suatu objek, seperti sebuah orientasi gerak, area, atau bentuk dari objek [7].

### D. Human Detection

Deteksi manusia adalah teknologi kunci dari pengawasan video cerdas, terutama untuk gambar statis. Terlepas dari berbagai kesulitan, perkembangan deteksi manusia telah menorehkan sejumlah prestasi dalam beberapa tahun terakhir. Secara umum, proses deteksi terdiri dari tiga bagian berikut:



yaitu deskripsi fitur, klasifikasi, dan image processing. Pertama, karakterisasi bentuk manusia biasanya berisi fitur scale-invariant feature transforms (SIFTs), fitur tepi, karakteristik gaya berjalan, dan karakteristik arah gradien. Kedua, ada berbagai jenis pengklasifikasi, dengan jaringan neural, mesin vektor dukungan (SVM), AdaBoost, dan Cascade. Sebagaimana dinilai oleh pengklasifikasi AdaBoost, menjadi yang paling umum digunakan. Ketiga, image processing terdiri dari pemindaian global dan pemrosesan subblock. Yang pertama adalah pemrosesan dan analisis keseluruhan gambar, sedangkan yang kedua membagi gambar menjadi beberapa bagian dan memproses setiap bagian secara terpisah berdasarkan tautan dalam [8].

#### E. P10 Modul LED Dot Matrix

LED Dot Matrix maupun LED array adalah sebuah komponen yang tersusun atas sejumlah LED yang berbentuk matriks yang berisi 8x8 LED yang artinya, terdapat 8 baris dan 8 kolom LED atau 64 LED Secara total. LED panel P10 adalah salah satu tipe dari beberapa tipe panel running text. Modul P10 LED matrix digunakan untuk pembuatan runingtext atau pada penelitian ini digunakan sebagai display. Beberapa modul P10 dapat dirakit agar sesuai dengan ukuran/kebutuhan yang diinginkan [9].

#### F. Bahasa Pemrograman

HyperText Markup Language (HTML) merupakan suatu bahasa markup yang digunakan untuk melakukan markup terhadap sebuah dokumen teks. Dalam dokumen atau skrip tersebut terdapat kode-kode atau perintah-perintah yang nantinya akan ditransfer oleh http kedalam web browser. Web browser seperti Internet Explorer, Mozilla Firefox dan lain-lain berfungsi untuk menguji kode-kode HTML. Didalam sebuah file HTML terdapat tag-tag HTML yang secara umum terbagi ke dalam dua bagian yaitu head (kepala) dan body (tubuh). File HTML biasanya diawali dengan tag dan diakhiri dengan tag [10].

OpenCV atau Open Source Computer Vision Library adalah open-source computer vision dan machine learning software library. OpenCV dibangun untuk menyediakan infrastruktur umum untuk computer vision applications dan produk komersil. Menjadi produk berlisensi BSD, OpenCV memudahkan bisnis untuk menggunakan dan memodifikasi kodenya. Library OpenCV memiliki lebih dari 2.500 algoritme yang dioptimalkan, yang mencakup algoritmat computer vision dan machine learning. Algoritme ini dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah, mengidentifikasi objek, mengklasifikasikan tindakan manusia

dalam video, melacak pergerakan kamera, melacak objek bergerak, mengekstrak model objek 3D, menghasilkan point cloud 3D dari kamera stereo, menyatukan gambar untuk menghasilkan resolusi tinggi gambar seluruh pemandangan, temukan gambar serupa dari database gambar, hapus mata merah dari gambar yang diambil menggunakan flash, ikuti gerakan mata, kenali pemandangan dan buat penanda untuk melapisinya dengan augmented reality, dll. OpenCV memiliki lebih dari 47 ribu orang pengguna komunitas dan perkiraan jumlah unduhan melebihi 18 juta. Perpustakaan digunakan secara luas di perusahaan, kelompok penelitian dan oleh badan pemerintah [11].

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang ditafsirkan, berorientasi objek, dengan semantik dinamis. Ini adalah struktur data bawaan tingkat tinggi, dikombinasikan dengan pengetikan dinamis dan pengikatan dinamis, membuatnya sangat menarik untuk Pengembangan Aplikasi Cepat, serta untuk digunakan sebagai bahasa skrip atau perekat untuk menghubungkan komponen yang ada bersama-sama. Sintaks Python yang sederhana dan mudah dipelajari menekankan pada keterbacaan dan karena itu mengurangi biaya pemeliharaan program. Python mendukung modul dan paket, yang mendorong modularitas program dan penggunaan kembali kode. Penerjemah Python dan pustaka standar yang luas tersedia dalam bentuk sumber atau biner tanpa biaya untuk semua platform utama dan dapat didistribusikan secara bebas [12].

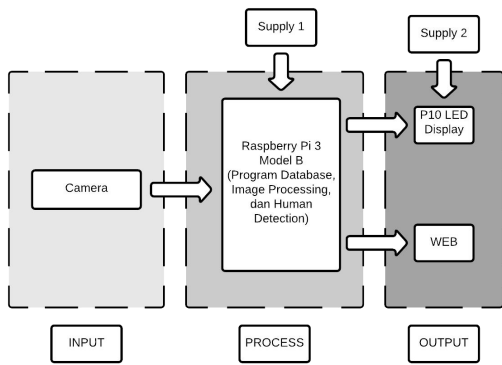
#### G. Perangkat IoT

Perangkat IoT dapat didefinisikan sebagai infrastruktur jaringan global di mana perangkat fisik, dengan identitas unik dan representasi virtual, memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dengan perangkat lain dan arsitektur terdistribusi, seperti *clusters*, *grids*, dan *clouds*. Selain komunikasi satu sama lain, perangkat IoT dapat mengakses informasi di internet, mengambil dan memanipulasi data, serta berinteraksi dengan pengguna. Dengan demikian, dimungkinkan untuk semakin mengamati perpaduan dunia fisik dan digital [13].

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Diagram Blok Sistem

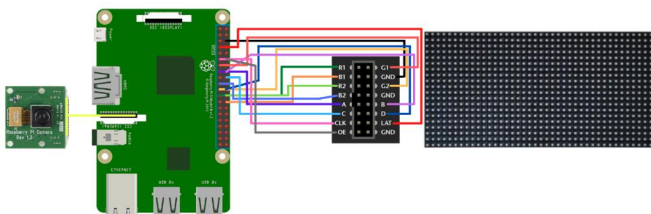




Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja dari alat ini adalah ketika sistem diaktifkan kamera akan mulai mengambil gambar (video). Video yang ditangkap oleh kamera akan diproses oleh program yang ada pada Raspberry Pi 3 Model B. Proses tersebut akan menghitung jumlah pengunjung yang masuk dan keluar dari ruangan. P10 LED matrix modul akan menampilkan data yang telah diproses data tersebut merupakan jumlah pengunjung yang ada didalam ruangan. Video yang telah melewati proses pada program (*Centroid Tracking Algorithm*) akan dikirim ke web secara wireless (menggunakan WiFi). Pada web akan menampilkan video dan menampilkan data hasil pemrosesan secara realtime. Apabila jumlah pengunjung yang ada didalam ruangan melebihi jumlah maksimal yang ditentukan maka pada display P10 LED modul akan menampilkan peringatan berupa text “Ruangan Penuh” dan pada web juga akan memberikan peringatan.

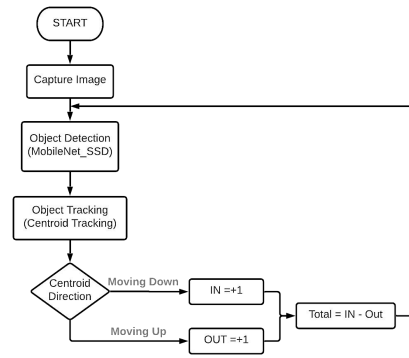
B. Perancangan Rangkaian Elektronik Sistem



Gambar 2 Rangkaian Elektronik Sistem

Pada gambar 2 menunjukkan rancangan wiring elektrik dari komponen-komponen yang digunakan.

C. Perancangan Software Image Processing



Gambar 3 Flowchart Image Processing

Digunakan *Centroid Tracking Algorithm* untuk melacak manusia yang tertangkap kamera. *Centroid Tracing Algorithm* merupakan gabungan dari proses *object detection* dan *object tracking* sing berjalan secara bergantian setiap N-frames. Dalam penelitian ini proses dilakukan setiap 30 fps sekali.

Dalam *image processing* metode yang digunakan untuk mendeteksi objek adalah metode SSD, disini saya menggunakan bantuan dari MobileNet\_SSD (caffemodel dan prototxt) dalam proses *object detection* yang dilakukan. Setelah gambar yang ditangkap melewati proses *object detection* output yang berupa koordinat bounding box (x, y). Untuk mendapatkan koordinat (x, y) dilakukan *background subtraction* lalu dihitung perbedaan absolut antara *background model* dan gambar yang dilewatkan dan *threshold delta image*.

$$dst(x,y) \leftarrow (1 - \alpha) \cdot dst(x,y) + \alpha \cdot src(x,y) \text{ if } mask(x,y)$$

$$dst(I) = (|src1(1) - src2|)$$

$$dst(x,y) = f(x) = \begin{cases} maxval, & \text{if } src(x,y) > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Setelah dilakukan threshold pada delta image dilakukan proses untuk menghilangkan blobs kecil yang ada pada hasil threshold delta image.

$$Dst(x,y) = \max_{(x',y'):element(x',y') \neq 0} src(x + x',y + y')$$

$$Dst(x,y) = \min_{(x',y'):element(x',y') \neq 0} src(x + x',y + y')$$

Setelah blobs kecil yang ada pada threshold delta image hilang maka dilanjutkan dengan proses mencari kontur dari *threshold delta image* dan inialisasi jangkauan gerak minimum dan maksimum dari bounding box.

$$(minX,minY) = (\min(abs(x)), \min(abs(y)))$$



$$(maxX, maxY) = (\max(abs(x)), \max(abs(y)))$$

Setelah didapat nilai maksimum dan minimum dari *bounding box* maka dapat dihitung jangkauan maksimum dan minimum dari *bounding box*.

$$(minX, minY) = (\min(minX, x), \min(minY, y))$$

$$(maxX, maxY) = (\max(maxX, x + w), \max(maxY, y + h))$$

Output dari SSD yang berupa koordinat *bounding box* (x, y) akan masuk sebagai input proses Centroid Tracking. Centroid Tracking akan mencari nilai tengah dari koordinat *bounding box* yang didapat.

$$cX = \frac{startX + endX}{2.0}$$

$$cY = \frac{startY + endY}{2.0}$$

Setelah didapat nilai tengah dari koordinat *bounding box* (cX, cY), Centroid Tracking akan mendaftarkan koordinat tersebut dengan sebuah ID unik yang dimulai dari #ID 0 dan seterusnya. Pada N-frames berikutnya *object detection* akan kembali mendeteksi objek, dikarenakan objek yang dideteksi bergerak maka disaat pendeteksian dilakukan maka akan terdapat objek baru yang terdeteksi. Agar pada setiap pendeteksian yang dilakukan, objek lama tidak didaftarkan dengan ID baru maka dilakukan penghitungan jarak euclidean antara koordinat Centroid objek lama dan Centroid objek baru.

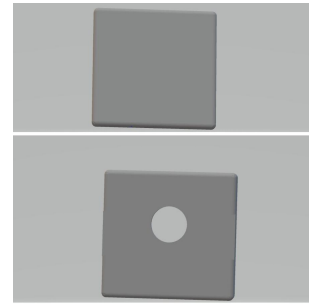
$$d(p, q) = \sqrt{(p - q)^2}$$

Setelah jarak antara Centroid didapatkan maka dilakukan pemasangan antara Centroid lama dengan Centroid baru dengan asumsi bahwa centroid dengan jarak terendah atau terdekat merupakan satu objek yang sama. Apabila terdapat Centroid objek yang tidak memiliki pasangan maka objek tersebut akan didaftarkan sebagai objek baru #ID+=1. Apabila pada saat *object tracking* dilakukan terdapat Centroid yang menghilang dari pandangan kamera maka centroid tersebut akan di deregistrasi.

Proses SSD dan Centroid Tracking akan terus berjalan secara bergantian tiap N-frames. Selama proses tracking berjalan program akan melacak arah dari Centroid yang ada, apabila centroid bergerak ke bawah (memasuki ruangan) maka nilai IN akan bertambah sedangkan apabila Centroid bergerak ke atas maka nilai OUT akan bertambah. Untuk mencari total jumlah pengunjung yang ada pada ruangan maka digunakan.

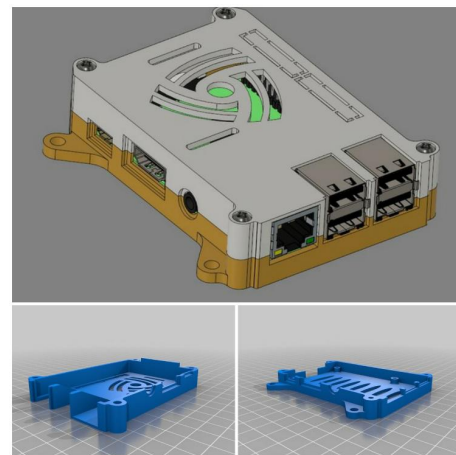
$$Total = IN - OUT$$

#### D. Perancangan Mekanik



Gambar 4 Desain Box Camera

Pada gambar 3 ditunjukkan desain mekanik dari box untuk kamera. Box akan dicetak menggunakan 3D printing berbahan dasar filament. Box berdimensi panjang 2.5 cm, lebar 1 cm, dan tinggi 2.5 cm.



Gambar 5 Desain Box Raspberry Pi 3 Model B

Pada gambar 4 ditunjukkan desain mekanik dari box untuk Raspberry Pi 3 Model B. Box akan dicetak menggunakan 3D printing dengan berbahan dasar filament. Box berdimensi panjang 9.5 cm, lebar 7.6 cm dan tinggi 3 cm.

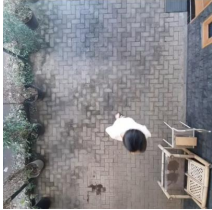

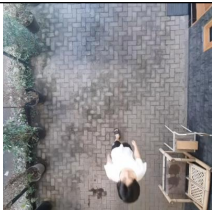

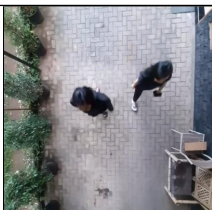

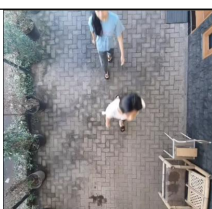

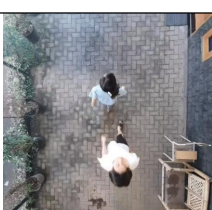

### IV. HASIL DAN ANALISA



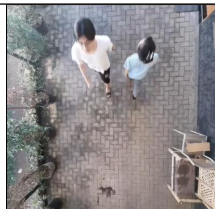

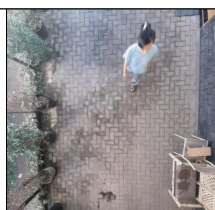

#### A. Pengujian Ketepatan Pembacaan Data (Image Processing)

Pengujian ketepatan pembacaan data dilakukan untuk mengetahui apakah proses pembacaan data masukan berjalan dengan baik atau tidak. Dalam pemrosesan data masukan digunakan proses image processing untuk membaca jumlah pengunjung yang tertangkap melewati kamera (masuk maupun keluar ruangan). Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan jumlah pengunjung yang terhitung masuk



maupun keluar ruangan dengan hasil pembacaan dari image processing. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Pen guji an ke-	Gambar Asli	Gambar Hasil <i>Image Processing</i>	Keterang an
1			Tepat
2			Tepat
3			Tidak Tepat
4			Tepat
5			Tepat

6			Tepat
7			Tepat
8			Tepat

Tingkat ketepatan pembacaan data oleh proses *image processing*:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah pembacaan data dengan tepat}}{\text{Jumlah pembacaan data yang dilakukan}} \times 100\%$$

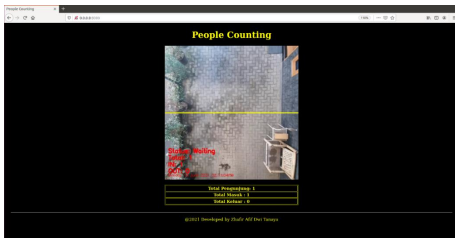
$$Akurasi = \frac{7}{8} \times 100\% = 87.5\%$$

Pengujian ketepatan pembacaan data dilakukan delapan kali, pada saat pengujian dilakukan terdapat satu kali kesalahan dalam pengambilan data. Kesalah pembacaan data pada dilihat pada tabel 4 pada pengujian ke-3. Pada pengujian ke-3 terdapat dua pengunjung yang berjalan memasuki ruangan, sedangkan pembacaan data hanya mendeksi satu pengunjung yang memasuki ruangan.

### B. Pengujian Website

Pengujian website dilakukan untuk mengetahui apakah video streaming pada website berjalan dengan baik atau tidak. Video yang ditampilkan pada website adalah video yang telah melalui proses image processing. Pada website juga akan ditampilkan jumlah pengunjung yang masuk dan keluar ruangan serta jumlah total pengunjung yang berada didalam ruangan.





Gambar 6 Display Pada Website

Pada saat website dibuka, video streaming pada website telah berjalan. Dapat dilihat pada gambar 5 tampilan website berjalan lancar berisi video streaming dari video yang telah melewati proses image processing serta website juga menampilkan jumlah pengunjung masuk (IN) maupun keluar (OUT) ruangan dan jumlah pengunjung yang berada didalam ruangan (Total).

### C. Pengujian Display P10 LED RGB Dot Matrix

Pengujian display dilakukan untuk mengetahui apakah tampilan dari display P10 LED Dot matrix telah sesuai dengan hasil pembacaan data. Pada display akan ditampilkan jumlah pengunjung yang berada didalam ruangan.



Gambar 7 Tampilan Display P10 LED RGB Dot Matrix

Dapat dilihat pada gambar 4.3 bahwa display P10 LED RGB dot matrix dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan. Dibuktikan dengan display dapat menampilkan total jumlah pengunjung yang terbaca oleh sistem.

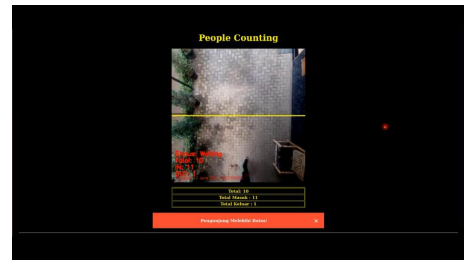


Gambar 8 Tampilan Lanjutan Display P10 LED RGB Dot Matrix

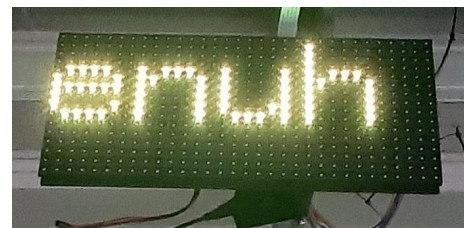
### D. Pengujian Sistem Peringatan

Pengujian sistem peringatan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem peringatan dapat berjalan sesuai dengan yang

diinginkan. Sistem peringatan disini akan menyala apabila jumlah pengunjung pada suatu ruangan telah mencapai batas maksimal yang telah ditentukan atau telah diset sebelum sistem diaktifkan.



zzzDapat dilihat pada gambar 9 bahwa sistem peringatan pada web berjalan dengan baik dan sesuai secara realtime.



Gambar 10 Tampilan Peringatan Pada Dot Matrix

Gambar 10 menunjuka bahwa tampilan peringatan pada dot matrix dapat berjalan dengan baik dan sesuai secara realtime.

## V. PENUTUP

Berdasarkan hasil dari pengujian dan analisa pada sistem peringatan dan *monitoring* jumlah pengunjung berbasis IoT, maka didapat beberapa kesimpulan:

1. Penerapan penggunaan kamera sebagai sensor dengan bantuan algoritma *image processing* (*Centroid Tracking Algorithm*) dalam pemrosesan data masukan yang berupa gambar (video) dapat berjalan dengan baik secara realtime.
2. Pembacaan data masukan yang berupa video yang ditangkap kamera dengan menggunakan proses *image processing* dapat dikatakan baik karena memiliki nilai akurasi pembacaan sebesar 87.5%. Nilai akurasi yang didapat setelah melakukan pengujian dan analisa menunjukkan bahwa penggunaan proses *image processing* dalam pembacaan data masukan mampu menampilkan kinerja yang baik pada sistem.
3. Hasil pengiriman data masukan yang telah diproses dengan cara video streaming pada web (siaran langsung) dapat berjalan dengan baik secara realtime.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada teman-teman saya yang telah memberikan semangat, motivasi, dan doa selama pengerjaan berlangsung.

## REFERENSI

- [1] Bachtiar, A. (2020). Identifikasi Objek di Depan Robot Pengantar Makanan Menggunakan Sensor Kamera. *Jurnal Eltek*, 10(1), 51-56..
- [2] Iyda, A. (2021). A Conceptual IoT-based Early-Warning Architecture for Remote Monitoring of COVID-19 Patients in Wards and at Home. *Internet of Things Engineering Cyber Physical Human Systems*.
- [3] Camera Module. (2013). Raspberry Pi. Diakses pada tanggal 1 Mei 2021 dari <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/camera/>.
- [4] White, J. (2014). *Raspberry Pi: The Complete Manual*. Bournemouth: Imagine Publishing Ltd Richmond house.
- [5] Ahmad U. (2005). *Pengolahan Citra Digital dan Pemogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Jalled, F. Voronkov, I. (2016). *Object Detection Using Image Processing*. Ithaca, New York: Cornell University Library.
- [7] Yilmaz et al. (2006) *Object Tracking: A Survey*, *ACM Computing Surveys* 38(4) Article 13.
- [8] Mi Chao et al. (2014). Research on a Fast Human-Detection Algorithm for Unmanned Surveillance Area in Bulk Ports. *Journal of Mathematical Problems in Engineering*.
- [9] Kadir A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: CV ANDI OFFSET.
- [10] Bunafit, N. (2008). *Aplikasi Pemrograman Web Dinamis Dengan PHP dan MySQL*. Yogyakarta: Gava Media.
- [11] Bradski, G. (2000). *The OpenCV Library*. Dr. Dobb's Journal of Software Tools.
- [12] Van Rossum, G., & Drake Jr, F. L. (1995). *Python reference manual*. Centrum voor Wiskunde en Informatica Amsterdam.
- [13] Manna, S., Bhunia, S.S., Mukherjee, N. (2014). Vehicular Pollution Monitoring Using IoT. *IEEE International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering*.

