

Rancang Bangun Sistem Deteksi Dan Perhitungan Jumlah Orang Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN)

¹Indana Nihayatul Husna, ^{2*}Miftachul Ulum, ³Adi Kurniawan Saputro, ⁴Haryanto, ⁵Deni Tri Laksono, ⁶Dian Neipa Purnamasari

¹ Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

¹indananihayatul20@gmail.com, ^{2*}miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id, ³adikurniawansaputro@gmail.com,

⁴haryanto@trunojoyo.ac.id, ⁵deni.laksono@trunojoyo.ac.id, ⁶dian.neipa@trunojoyo.ac.id

Abstract - Currently, technology is progressing very rapidly in various fields. One area of technology that is multiplying is the field of electronics. Everyone wants a comfortable and straightforward process in every activity. Indoor people counting is developing as a novelty in video surveillance. Generally, security monitoring systems use CCTV cameras. The use of cameras can be used for monitoring the number of people (people counter). The working principle of this tool is to detect objects in the room that are processed by the camera. The camera will then be processed using the CNN (Convolutional Neural Network) algorithm to detect and count the number of people in the room based on the images of people's faces and or heads. To detect images of people's faces and heads using selective search to obtain image regions which are then used as CNN input. In this case, the region is used to determine the possibility of object images. The results of the classification calculation of the number of people from the CNN method will later be forwarded to the GUI to process data using Visual Studio Code. From the processing of data from the GUI, then the data will be displayed on the monitor.

Keywords — *monitoring, cameras, CCTV, CNN, people counter.*

Abstrak — Saat ini teknologi mengalami kemajuan perkembangan yang sangat pesat di berbagai bidang. Salah satu bidang teknologi yang berkembang pesat yaitu pada bidang elektronik. Setiap orang menginginkan proses yang nyaman dan sederhana dalam setiap aktivitasnya. Perhitungan orang di dalam ruangan berkembang sebagai hal baru di bidang pengawasan video. Umumnya, sistem *monitoring* keamanan menggunakan kamera CCTV. Penggunaan kamera dapat digunakan untuk pemantauan jumlah orang (*people counter*). Prinsip kerja dari alat ini adalah mendeteksi objek dalam ruangan yang diproses oleh kamera. Kamera selanjutnya akan diproses menggunakan algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) untuk mendeteksi dan menghitung jumlah orang yang ada dalam ruangan yang berdasarkan citra wajah dan atau kepala orang. Untuk mendeteksi citra wajah dan kepala orang menggunakan *selective search* untuk mendapatkan *region* citra yang kemudian digunakan sebagai *inputan* CNN. Dalam hal ini *region* digunakan untuk mengetahui kemungkinan citra objek. Hasil klasifikasi perhitungan jumlah orang dari metode CNN nantinya akan diteruskan ke GUI untuk mengolah data

menggunakan *Visual Studio Code*. Dari proses pengolahan data dari GUI, selanjutnya data akan ditampilkan pada monitor.

Kata Kunci — *monitoring, kamera, CCTV, CNN, people counter.*

I. PENDAHULUAN

Saat ini teknologi mengalami kemajuan perkembangan yang sangat pesat di berbagai bidang. Teknologi merupakan kebutuhan mendasar bagi semua manusia. Salah satu bidang teknologi yang berkembang pesat yaitu pada bidang elektronik. Banyak teknologi komputer yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan, baik bagi para pekerja maupun di berbagai aspek fasilitas, salah satunya dalam bidang *monitoring* atau pengawasan keamanan. Umumnya sistem *monitoring* atau pengawasan keamanan menggunakan kamera CCTV (*Closed Circuit Television*). Kamera CCTV dipasang di lokasi-lokasi strategis untuk memantau tindak kriminal yang mungkin terjadi. Pengawasan yang dilakukan dengan menggunakan kamera CCTV dapat menggantikan pekerjaan yang sebelumnya dilakukan secara manual untuk memantau pekerjaan atau kejadian yang telah terjadi[1].

Dengan pertumbuhan penduduk dan migrasi yang sangat cepat, membuat kerumunan dalam bentuk konser, demonstrasi politik dan keagamaan semakin banyak. Meskipun pertemuan berlangsung damai, namun menimbulkan banyak masalah bagi beberapa aparat dan manajemen keamanan. Untuk memastikan keselamatan publik, sangat penting untuk memahami situasi kerumunan di kawasan padat. Masalah perhitungan pada massa merupakan masalah untuk memperkirakan jumlah orang yang menghadiri acara serta menghadiri berbagai pertemuan politik atau agama. Informasi seperti ini sangat penting dari sudut pandang politik dan keagamaan[2]. Perhitungan massa dapat memberikan informasi yang berguna untuk membantu merencanakan acara di masa mendatang.

Perhitungan kerumunan yang akurat sangat penting untuk menangani keramaian besar demi keselamatan publik. Sebagian besar metode perhitungan kerumunan adalah berbasis *regresi* yang memperkirakan jumlah kerumunan melalui peta kepadatan[3]. Namun, metode ini hanya

memperkirakan jumlah kerumunan, mereka tidak dapat melokalisasi pejalan kaki individu, oleh karena itu tidak dapat menghasilkan bagian pejalan kaki di lingkungan. Di sisi lain, metode *konvensional* dapat memperkirakan jumlah melalui pendeteksian pejalan kaki individu di tempat kejadian. Metode ini bekerja dengan baik dalam situasi kepadatan rendah, dimana semua bagian pejalan kaki terlihat sepenuhnya. Namun, kinerja metode ini menurun ketika diterapkan dalam situasi kepadatan yang tinggi. Dalam situasi kepadatan tinggi, orang-orang akan berdiri sangat dekat satu sama lain dan karena *oklusi* setengah tubuh, kepala merupakan satu-satunya bagian yang terlihat. Meskipun beberapa langkah telah dibuat dalam deteksi kepala manusia selama beberapa tahun terakhir ini, deteksi kepala pada video merupakan tugas yang menantang, sebab variasi dan penampilan masih menjadi masalah besar untuk membedakan kepala manusia dengan tepat dari latar belakang. Selain itu ukuran kepala manusia yang lebih kecil membuat masalah menjadi lebih buruk. Umumnya, sebagian besar metode terbaru memperlakukan deteksi kepala sebagai masalah deteksi objek[4].

Penggunaan kamera, dapat digunakan untuk memantau jumlah orang yang berada dalam suatu ruangan. Fitur pemantauan jumlah orang ini dapat digunakan untuk mengurangi tingkat keramaian yang ada dalam suatu ruangan sehingga dapat memantau kejadian yang mencurigakan di lingkungan yang ramai secara *real-time*. Perhitungan kerumunan adalah masalah yang rumit karena ada begitu banyak *oklusi*. Umumnya dapat menghitung sekelompok objek, setiap objek harus ditempatkan terlebih dahulu. Sistem pengawasan menggunakan kamera termasuk dalam bidang *computer vision*, khususnya pada pengolahan citra. *Computer Vision* memiliki beberapa bidang, salah satunya yaitu *Object Detection*. *Object Detection* dapat mengidentifikasi objek yang berada pada citra dan letak objek yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti sistem keamanan dan pengawasan[5].

Saat ini tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan teknologi informasi sangat pesat. Selain perkembangan perangkat keras yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja komputer, banyak juga pengembangan perangkat lunak yang dapat meniru kecerdasan manusia (kecerdasan buatan). Dengan berkembangnya dunia komputer dan meningkatnya kemampuan dan kecerdasan proses komputer, saat ini muncul ilmu-ilmu komputer yang memungkinkan komputer untuk secara otomatis mengambil informasi dari sebuah citra untuk tujuan pengenalan objek. Di masa depan, pengolahan citra ini diharapkan menjadi salah satu pilihan untuk menghitung jumlah manusia[6].

Baru-baru ini *Deep Learning* menjadi pusat perhatian dalam pengembangan *Machine Learning*, karena pada *Deep Learning* memberikan hasil yang optimal dalam *computer vision*. *Deep Learning* adalah metode pembelajaran otomatis yang dilakukan mesin untuk dapat memahami dan mengklasifikasikan suatu objek. Sebagian besar *Deep Learning* didominasi oleh pengenalan objek dan citra (*image*

recognition, face recognition, object detection, medical image classification dan sebagainya)[7]. Penelitian ini menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). CNN merupakan salah satu jenis neural network dimana metode ini dapat digunakan pada data image. CNN memiliki kemampuan untuk mengenali objek pada suatu image. *Convolutional Neural Network* merupakan salah satu model dari *Deep Learning* yang banyak digunakan untuk menganalisis citra/visual. Nama *Convolutional Neural Network* berarti bahwa pengoperasian jaringan tersebut menggunakan operasi matematika yang biasa dikenal sebagai *konvolusi*. *Konvolusi* adalah operasi antara dua *function* untuk menghasilkan *function* ketiga yang merupakan hasil modifikasi dari kedua *function* tersebut[8].

Berdasarkan permasalahan dan solusi tersebut, maka penulis melakukan penelitian tentang “Rancang Bangun Sistem Deteksi Dan Perhitungan Jumlah Orang Menggunakan Metode CNN”. Metode CNN ini dapat melakukan deteksi lebih cepat dengan hasil yang lebih akurat. Pendeteksian dan perhitungan jumlah orang dalam ruangan pada tugas akhir ini dilakukan secara langsung dengan menggunakan kamera secara *real-time* menggunakan proses *deep learning* dengan hasil *output* data hasil pendeteksian dan perhitungan jumlah orang akan ditampilkan dalam monitor *Touch Screen*.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode

1. Pengertian *Convolutional Neural Network* (CNN)
Convolutional Neural Network (CNN) merupakan sebuah MLP (Multi Layer Perceptron) yang didesain secara khusus untuk mengidentifikasi *image*/gambar dua dimensi. CNN meniru cara kerja otak manusia untuk mengenali objek yang dilihatnya. Dengan bantuan CNN, komputer dapat “melihat” dan “membedakan” berbagai objek. Fitur ini disebut dengan *image recognition*. CNN merupakan metode klasifikasi dari *deep learning* yang menggunakan *layer* konvolusi untuk mengonvolusi suatu input dengan *filter*. Secara garis besar CNN tidak berbeda dengan *neural network* biasa yang terdiri dari *neuron-neuron* yang memiliki *weight*, *bias* dan *activation function*. Metode CNN terdiri dari 2 metode yaitu pada *training* (pembelajaran) menggunakan *backpropagation* serta pada klasifikasi menggunakan *forward backpropagation*[9].

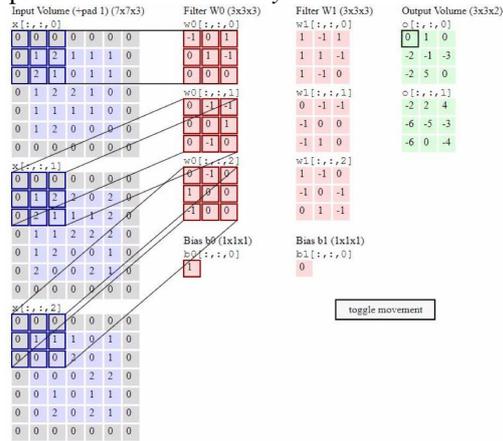
2. Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN)

Proses klasifikasi CNN dengan menggunakan metode CNN dapat dilihat pada penjelasan berikut ini:

a. *Convolutional Layer*

Operasi konvolusi merupakan salah satu operasi dari dua fungsi yang memiliki nilai *riil*. Operasi konvolusi ini akan menghasilkan fungsi *output* an sebagai ciri fitur atau *feature map* dari nilai *input* an dari suatu citra. Nilai *input* dan

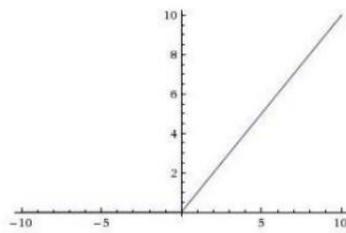
output ini sebagai nilai argumen yang memiliki nilai $riil[10]$. Berikut merupakan ilustrasi dari proses *Convolutional Layer*.



Gambar 1 Convolutional Layer

b. *Rectified Linear Unit (ReLU)*

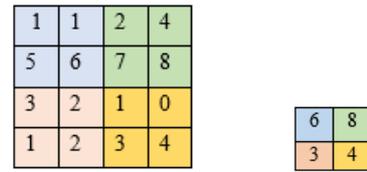
ReLU merupakan fungsi aktivasi yang fungsinya untuk membatasi keluaran yang dihasilkan dari *pooling layer* yang dapat mempercepat pelatihan dengan memetakan nilai negatif menjadi nol dan menyimpan nilai positif di ReLU. Berikut merupakan grafik aktivasi ReLU yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2 Aktivasi ReLU

c. *Pooling Layer*

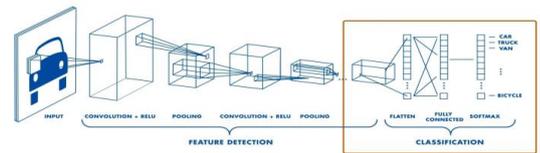
Pooling layer merupakan lapisan dimana proses pengurangan ukuran citra terjadi setelah terjadinya kontaminasi lapisan. Pada layer *pooling* terdapat dua jenis yaitu *maximum pooling layer* dan *average pooling layer*. Pada layer *max pooling*, *pooling* membagi keluaran jaringan konvolusional menjadi beberapa grid kecil, dimana nilai maksimum tiap grid akan dimasukkan ke dalam matriks citra yang telah direduksi oleh *pooling layer*. Berikut merupakan contoh dari operasi *max pooling layer* yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3 Operasi Max Pooling Layer

d. *Classification Layer*

Setelah dilakukan deteksi fitur, maka arsitektur CNN selanjutnya adalah lapisan klasifikasi yang memiliki beberapa tahapan seperti gambar dibawah ini.

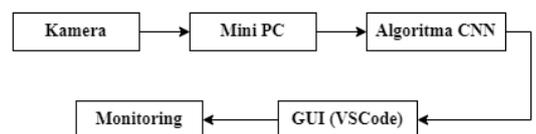


Gambar 4 Classification Layer

Flatten merupakan sebuah lapisan yang membentuk ulang fitur (*reshape feature map*) menjadi sebuah vektor agar nantinya bisa digunakan sebagai input dari *Fully Connection*. Lapisan *Fully Connection* adalah lapisan yang biasanya menghubungkan semua aktivasi *neuron* dari lapisan sebelumnya ke *neuron* di lapisan berikutnya (seperti ANN). *Softmax* memiliki fungsi yaitu digunakan untuk menghitung probabilitas dari setiap kelas target yang memungkinkan dan akan membantu untuk input yang diberikan. Keuntungan menggunakan *softmax* adalah rentang probabilitas output dengan 0 hingga 1, dan jumlah semua probabilitas akan sama dengan satu. Jika fungsi *softmax* digunakan untuk model multi-klasifikasi, dia akan mengembalikan peluang dari masing-masing kelas dan kelas target akan memiliki probabilitas tinggi.

B. Gambar dan Tabel

1. Diagram Blok Sistem

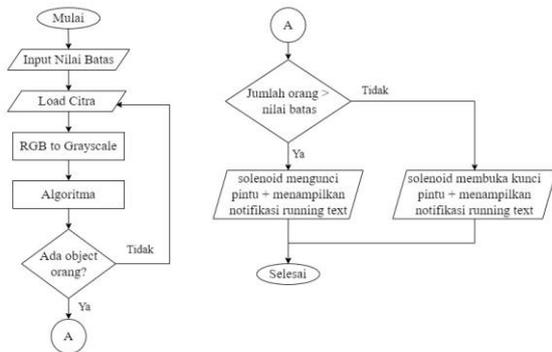


Gambar 5 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar Diagram Blok Sistem diatas dapat kita lihat bahwa proses pertama dari sistem ini adalah pembacaan objek menggunakan kamera *webcam* sebagai data *input*. Setelah data *input*

berhasil dibaca, data akan dikirim ke mini PC. Data yang diterima oleh mini PC akan diolah menggunakan algoritma yang diterapkan yaitu menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Proses yang terjadi dalam pengolahan data menggunakan algoritma dengan metode CNN ini adalah mendeteksi dan menghitung jumlah orang yang diambil dari data input oleh *webcam*. Untuk mendeteksi dan menghitung jumlah orang didasarkan oleh citra wajah dan kepala orang. Dalam proses mendeteksi citra wajah dan kepala menggunakan *selective search* untuk mendapatkan *region* citra yang digunakan sebagai inputan CNN. Dalam hal ini *region* digunakan untuk mengetahui citra objek. Hasil klasifikasi perhitungan jumlah orang dari metode CNN nantinya akan diteruskan ke GUI untuk mengolah data menggunakan *Visual Studio Code*. Dari proses pengolahan data dari GUI, selanjutnya data akan ditampilkan pada monitor. Monitor dapat menampilkan jumlah orang yang keluar dan masuk dalam ruangan, jumlah orang yang ada dalam ruangan serta menampilkan notifikasi atau pemberitahuan jika ruangan sudah penuh.

2. Flowchart Sistem

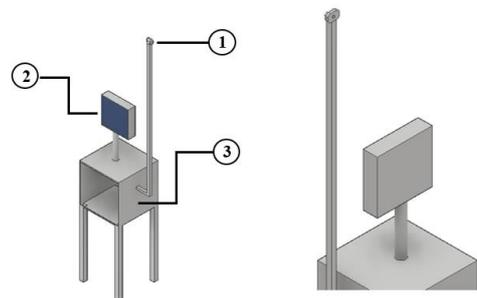


Gambar 6 Flowchart Sistem

Penjelasan dari *flowchart* pada Gambar diatas ini adalah dengan memulai program. Kemudian user memasukkan jumlah batas maksimal orang yang ada dalam ruangan yang dapat disetting melalui monitor. Setelah itu kamera akan membaca objek yang selanjutnya akan dilakukan pemrosesan pada metode yang diterapkan untuk mendeteksi objek orang. Apabila sistem tidak mendeteksi objek orang, maka sistem akan melakukan proses *looping* mulai dari sistem menangkap citra oleh kamera, proses ini akan terus dilakukan hingga sistem mendeteksi adanya objek orang. Parameter yang digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya objek orang dalam ruangan yaitu dari citra wajah atau kepala. Kemudian sistem akan menjalankan proses perhitungan dengan

menghitung jumlah orang yang berada dalam ruangan. Terdapat *center line* yang menjadi garis batas kamera dalam menghitung objek orang dalam ruangan. Apabila terdeteksi objek orang yang masuk melewati *center line* maka variabel objek orang akan bertambah 1. Sebaliknya, jika terdeteksi objek orang yang keluar melewati *center line* maka variabel objek orang akan berkurang 1. Sistem akan melakukan proses perbandingan apakah jumlah orang yang ada dalam ruangan melebihi nilai batas maksimal yang sudah di inputkan di awal sistem. Apabila sistem menghitung jumlah orang dalam ruangan tidak melebihi dari nilai *input* batas maka sistem akan melakukan *looping* mulai dari sistem menghitung jumlah orang, proses ini akan terus dilakukan hingga sistem menghitung jumlah orang melebihi nilai batas. Kemudian hasil perhitungan dan perbandingan akan ditampilkan melalui monitor.

3. Perancangan Mekanik



Gambar 7 Desain Mekanik Sistem

Keterangan:

1. Kamera
2. Monitor *Touch Screen*
3. Mini PC

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan merupakan pengujian terhadap perangkat keras (*hardware*) dan juga perangkat lunak (*software*) secara keseluruhan yang bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sudah berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan. Untuk memrogram via laptop menggunakan *Visual Code Studio* dan untuk menampilkan desktop menggunakan monitor *Touchscreen*. Pada pengujian ini dilakukan dengan cara memandangkan hasil yang didapatkan dari alat yang dibuat dengan perhitungan manual oleh manusia.

A. Pengujian Deteksi Objek

Untuk menguji seberapa akurat dalam mendeteksi citra kepala orang maka digunakan metode *5-fold cross validation* dengan membagi data menjadi 5 bagian data dengan 1 bagian digunakan untuk data *training*. Kemudian

setelah pembagian dataset langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat akurasi model dan menghasilkan pengujian *5-fold cross validation* yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1 Hasil *5-Fold Cross Validation*

| K-fold Cross Validation | Hasil Akurasi |
|-------------------------|---------------|
| Fold-1 | 91,67% |
| Fold-2 | 95,65% |
| Fold-3 | 96,77% |
| Fold-4 | 95,65% |
| Fold-5 | 94,09% |
| Mean | 94,76% |

Dari hasil pengujian tersebut dapat diambil kesimpulan alat tersebut berhasil dalam melakukan deteksi objek kepala orang.

B. Hasil Pengujian People Counting



Gambar 8 Hasil Pengujian *People Counting*

Berdasarkan Gambar kepala orang yang ditunjukkan dengan *bounding box* berwarna hijau. Dalam tes *counting* ini menggunakan pengambilan data secara *real-time* dengan beberapa pengujian dengan hasil prediksi seperti yang ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 2 Hasil Uji *Counting*

| Uji Ke- | Hasil Perhitungan Sistem | | | Objek Orang secara <i>real-time</i> | | |
|---------|--------------------------|-----|----|-------------------------------------|-----|----|
| | Enter | Out | In | Enter | Out | In |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| 3 | 8 | 3 | 5 | 8 | 3 | 5 |
| 4 | 7 | 3 | 4 | 7 | 3 | 4 |
| 5 | 9 | 3 | 4 | 9 | 3 | 6 |
| 6 | 14 | 4 | 10 | 14 | 4 | 10 |
| 7 | 13 | 3 | 7 | 13 | 3 | 10 |
| 8 | 10 | 3 | 7 | 10 | 3 | 7 |
| 9 | 11 | 3 | 8 | 11 | 3 | 8 |
| 10 | 12 | 3 | 9 | 12 | 3 | 9 |
| 11 | 13 | 4 | 9 | 13 | 4 | 9 |
| 12 | 7 | 4 | 3 | 7 | 4 | 3 |

| | | | | | | |
|----|----|---|----|----|---|----|
| 13 | 8 | 3 | 5 | 8 | 3 | 5 |
| 14 | 9 | 4 | 5 | 9 | 4 | 5 |
| 15 | 5 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 |
| 16 | 5 | 3 | 2 | 5 | 3 | 2 |
| 17 | 7 | 3 | 4 | 7 | 3 | 4 |
| 18 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 |
| 19 | 4 | 0 | 4 | 4 | 0 | 4 |
| 20 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | 3 |
| 21 | 6 | 2 | 4 | 6 | 2 | 4 |
| 22 | 6 | 2 | 4 | 6 | 2 | 4 |
| 23 | 6 | 1 | 5 | 6 | 1 | 5 |
| 24 | 10 | 4 | 7 | 10 | 4 | 7 |
| 25 | 10 | 0 | 10 | 10 | 0 | 10 |

Untuk memastikan persentase *error* menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{persentase error} &= \frac{\text{selisih pengukuran}}{\text{hasil data report}} \times 100\% \\
 &= \frac{66}{300} \times 100\% \\
 &= 22\%
 \end{aligned}$$

Untuk presentase keberhasilan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{persentase keberhasilan} &= 100\% - \text{persentase error} \\
 &= 100\% - 22\% \\
 &= 78\%
 \end{aligned}$$

IV. KESIMPULAN

Rancang Bangun Sistem Deteksi Dan Perhitungan Jumlah Orang Menggunakan Metode CNN sudah berhasil dibuat dan diterapkan untuk *people counting* orang di dalam ruangan. Dari hasil uji coba pada tahap deteksi kepala mendapatkan hasil akurasi dengan menggunakan *5-fold cross validation* dengan hasil rata-rata sebesar 94,76%. Pada tahap *counting* citra kepala pada sistem didapatkan hasil yang cukup bagus yaitu sebesar 78% dengan persentase error sebesar 20,8% dari 300 data uji coba. Terjadinya kesalahan dalam *counting* dikarenakan beberapa faktor antara lain cahaya ruangan yang memadai, sudut pengambilan kamera dalam pengambilan video secara *real-time*, maupun data latih yang digunakan untuk proses *training* data tersebut karena semakin banyak data yang dilatih maka mesin akan lebih banyak dalam mempelajari data latih tersebut.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Basalamah, S. D. Khan, and H. Ullah, "Scale Driven Convolutional Neural Network Model for People Counting and Localization in Crowd Scenes,"

-
- IEEE Access*, vol. 7, pp. 71576–71584, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2918650.
- [2] D. Satriaaji, Y. Suprpto, T. Telekomunikasi, P. P. Surabaya, and J. J. A. I, “Rancangan Monitoring Dan Kontrol Fasilitas Ruang Kelas Dengan Graphic User Interface Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Smartphone Di Politeknik Penerbangan Surabaya,” vol. 2, no. 1, pp. 38–42, 2018.
- [3] S. D. Khan, H. Ullah, M. Ullah, N. Conci, F. A. Cheikh, and A. Beghdadi, “Person head detection based deep model for people counting in sports videos,” *2019 16th IEEE Int. Conf. Adv. Video Signal Based Surveillance, AVSS 2019*, no. December, pp. 1–8, 2019, doi: 10.1109/AVSS.2019.8909898.
- [4] B. Putra, G. Pamungkas, B. Nugroho, and F. Anggraeny, “Deteksi dan Menghitung Manusia Menggunakan YOLO-CNN,” *J. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 02, no. 1, pp. 67–76, 2021.
- [5] L. R. Ihtisyamuddin, J. T. Elektro, F. T. Industri, and U. I. Indonesia, “PEOPLE COUNTING DAN PENGUKURAN JARAK UNTUK INDOOR MONITORING BERBASIS PEMROSESAN CITRA mencapai derajat Sarjana S1 Disusun oleh: Luthfi Radifan Ihtisyamuddin Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta,” 2020.
- [6] Y. Miao, J. Han, Y. Gao, and B. Zhang, “ST-CNN: Spatial-Temporal Convolutional Neural Network for crowd counting in videos,” *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 125, pp. 113–118, 2019, doi: 10.1016/j.patrec.2019.04.012.
- [7] A. Mobilenetv, “Sistem Otomatis Pendeteksi Wajah Bermasker Menggunakan Deep Learning,” vol. 10, no. 1, 2021.
- [8] A. R. Mandalawangi, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Padang, “Rancang Bangun Sistem Pengendali CCTV Berbasis NodeMCU Menggunakan Smartphone Android,” vol. 3, no. 1, pp. 136–146, 2022.
- [9] “ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) BERDASARKAN CITRA KEPALA SKRIPSI Oleh: MUHAMMAD FAHMI ABIDIN,” 2021.
- [10] S. In Cho, “Vision-based people counter using CNN-Based event classification,” *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 69, no. 8, pp. 5308–5315, 2020, doi: 10.1109/TIM.2019.2959853.