

PENGEMBANGAN APLIKASI DEEP LEARNING PENGENALAN WAJAH PADA MEDIA ONLINE UNTUK MENGETAHUI KEHADIRAN MAHASISWA

Cahya Rahmad¹, Arie Rachmad Syulistyo², Alan Rizky Wardana³,

^{1,2}Teknik Informatika, Teknologi Informasi, ³Politeknik Negeri Malang

¹cahya.rahmad@polinema.ac.id, ²arie.rachmad.s@polinema.ac.id, ³androidmaniac28@gmail.com

Abstrak

Presensi masih dilakukan dengan cara manual yaitu dengan cara pemateri meminta semua mahasiswa yang hadir untuk mengaktifkan kamera pada *device* masing-masing agar wajah mahasiswa terlihat dan mencatat nama mahasiswa tersebut untuk dilaporkan hadir. Untuk mempermudah presensi, maka pengenalan wajah adalah cara yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut. Mahasiswa cukup mengaktifkan kamera dan program akan meng-*capture window* dari aplikasi Zoom setiap sekian menit dan merubah *view* partisipan menjadi *gallery* agar masing-masing mahasiswa yang sudah hadir dapat melakukan presensi otomatis. Tahapan awal untuk melakukan pengenalan wajah adalah pendeteksian wajah dan mengekstraksi fitur wajah mahasiswa. Fitur tersebut akan dibandingkan dengan dataset wajah mahasiswa agar metode yang digunakan dapat mengenali siapa mahasiswa yang terdeteksi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk ekstraksi fitur dan pengenalan wajah. Ide utama di balik CNN adalah proses konvolusinya, dimana sebuah gambar diekstraksi untuk setiap fitur untuk menghasilkan banyak pola yang lebih mudah diidentifikasi. Strategi ini dapat meningkatkan efisiensi dengan penerapan fungsi pembelajaran citra. Diharapkan dengan menggunakan metode pengenalan wajah ini, proses pendeteksi kehadiran mahasiswa dapat diimplementasikan. Hasil penelitian ini dengan melakukan presensi pada 6 kelas mahasiswa Politeknik Negeri Malang jurusan Teknik Informatika dan Manajemen Informatika menghasilkan waktu presensi rata-rata per kelas adalah 4,466 detik dan akurasi pengenalan wajah adalah 77,27%.

Kata kunci : *convolutional neural network*, pengenalan wajah, ekstraksi fitur

1. Pendahuluan

Dimasa pandemi seperti ini, perkuliahan dilakukan secara daring menggunakan aplikasi video conferencing agar tidak terjadi adanya penyebaran virus COVID-19. Aplikasi yang digunakan untuk bertatap muka adalah Zoom. Zoom adalah aplikasi *server-based video conferencing* yang dapat menampilkan banyak partisipan dan dapat juga berinteraksi, layaknya kelas dalam perkuliahan secara tatap muka. Selama kegiatan perkuliahan pemateri akan melakukan presensi untuk melihat kehadiran mahasiswa, tetapi presensi masih dilakukan dengan cara manual yaitu dengan cara pemateri meminta semua mahasiswa untuk mengaktifkan kamera pada *device* masing-masing agar wajah mahasiswa terlihat dan mencatat nama mahasiswa tersebut untuk dilaporkan hadir.

Untuk mempermudah presensi, maka pengenalan wajah adalah cara yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut. Mahasiswa cukup mengaktifkan kamera dan program akan meng-*capture window* dari aplikasi Zoom setiap sekian menit dan merubah *view* partisipan menjadi *gallery* agar masing-masing mahasiswa yang sudah hadir dapat melakukan presensi otomatis. Wajah

tersebutlah yang bisa dijadikan parameter untuk perihal presensi.

Berbagai macam faktor dalam pengenalan wajah berpengaruh kepada keakuratan metode yang digunakan. Faktor yang dimaksud adalah seperti posisi wajah yang tertangkap oleh kamera. Kamera dapat menangkap posisi wajah, dari depan, condong keatas atau kebawah, dari kiri atau kanan, kemiringan, serta jauh atau dekat, beberapa elemen wajah, seperti mata, bibir, dan hidung, tidak sepenuhnya terlihat akibat hal ini. Pertimbangan lainnya yang juga dapat mempengaruhi akurasi adalah pencahayaan. Pencahayaan yang cukup dapat meningkatkan akurasi pengenalan wajah, sebaliknya pencahayaan yang berlebihan atau sedikit dapat menurunkan akurasi pengenalan wajah.

Strategi klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) diperlukan untuk mengatasi tantangan ini. Jaringan saraf tiruan (JST) adalah jaringan unit pemrosesan kecil yang dimodelkan setelah jaringan otak manusia. (Zufar & Setiyono, 2016). Jaringan syaraf tiruan adalah hasil dari proses pembelajaran yang menghasilkan konfigurasi untuk aplikasi tertentu, seperti pengenalan pola atau klasifikasi data (Edi Ismanto, 2017).

Salah satu variasi jaringan saraf tiruan yang cocok digunakan dalam pengenalan wajah adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). Metode *Convolutional Neural Network* merupakan salah satu pendekatan untuk mengklasifikasikan objek dalam citra (Harish J et al., n.d.). Ide utama di balik CNN adalah proses konvolusinya, dimana sebuah gambar diekstraksi untuk setiap fitur untuk menghasilkan banyak pola yang lebih mudah diidentifikasi. (Luo et al., 2017). Strategi ini dapat meningkatkan efisiensi dengan penerapan fungsi pembelajaran citra. Diharapkan dengan menggunakan metode pengenalan wajah ini, proses pendeteksi kehadiran mahasiswa dapat diimplementasikan.

Dalam jurnal yang berjudul “Sistem Pencatatan Kehadiran Otomatis di Ruang Kelas Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN)” pada tahun 2018 yang ditulis oleh Fenti Endrianti dkk. menyimpulkan bahwa sistem pencatatan kehadiran otomatis berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis pengenalan wajah di sekolah lebih praktis, efisien, dan akurat, dengan akurasi 93,3%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode pengenalan wajah yang digunakan adalah metode yang tepat (Endrianti et al., 2018).

2. Landasan Teori

2.1 Deteksi Wajah

Deteksi Wajah merupakan batu loncatan untuk semua algoritma analisis wajah, termasuk penyalarsan wajah, pemodelan wajah, *face relighting*, pengenalan wajah, verifikasi atau otentikasi wajah, *head pose tracking*, pelacakan atau pengenalan ekspresi wajah, pengenalan jenis kelamin atau usia dan masih banyak lagi. Mengingat citra digital, tujuan utama deteksi wajah adalah untuk menentukan ada atau tidaknya wajah dalam citra (Kumar et al., 2019).

2.2 Pengenalan Wajah

Pengenalan wajah adalah jenis sistem identifikasi yang memanfaatkan fitur wajah seseorang. Aspek paling penting dari pengenalan wajah adalah mengekstraksi semua informasi terkait dari gambar wajah. Ekstraksi ciri wajah diklasifikasikan menjadi dua jenis: holistik (mengetahui seluruh wajah) dan parsial (mengetahui wajah sebagian, seperti mata, hidung, mulut, dan sebagainya). Pengolahan citra wajah terbukti menghasilkan hasil terbaik dalam melakukan ekstraksi ciri wajah. (Maulana et al, 2016).

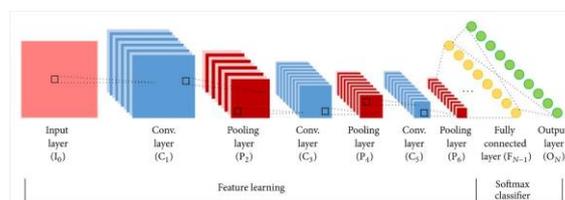
Ada berbagai kendala dalam mengidentifikasi wajah, antara lain postur wajah, karakteristik wajah, dan emosi wajah. Salah satu masalah dengan sistem pengenalan wajah, misalnya, ketika foto wajah

diambil, lokasi wajah terlihat di samping, dengan karakteristik wajah yang hanya terlihat sebagian. Beberapa penelitian telah mulai menciptakan pendekatan untuk ekstraksi ciri wajah, seperti *Deep Neural Convolutional Network* (DCNN), *augmented data*, model 3D, dan model *Generative Adversarial Network* (GAN), untuk mengatasi tantangan yang muncul dalam identifikasi wajah. (H. Lami, 2019).

2.3 CNN (*Convolutional Neural Network*)

CNN (*Convolutional Neural Network*) pertama kali diusulkan oleh Fukushima pada tahun 1980, kemudian dikembangkan oleh LeCun pada tahun 1998, dan kemudian ditingkatkan oleh Simard pada tahun 2003 dan Cireşan pada tahun 2011. Akselerasi GPU (*Graphics Processing Unit*) sudah membantu pengembangan dari CNN dalam DCNN (*Deep Convolutional Neural Network*), yang mencangkup arsitektur yang lebih dalam dengan tambahan lapisan konvolusional.

Pada Gambar 1, telah dijelaskan bahwa CNN terdiri dari lapisan penghubung, lapisan penggabungan, dan lapisan yang terhubung sepenuhnya. CNN juga terdiri dari satu pasang lapisan konvolusi dan lapisan penggabungan atau lebih dan diakhiri dengan jaringan syaraf yang terhubung sepenuhnya. Lapisan konvolusional bergantian dengan lapisan *max-pooling* yang meniru sifat sel kompleks dan sederhana dikorteks dari pengeliatan seekor mamalia monyet.



Gambar 1. Arsitektur jaringan Konvolusional

Sumber: (Zhou et al., 2017)

Metode CNN biasanya dilatih dengan berbagai macam metode *backpropagation* yang berbasis gradien. Semua pola pelatihan dan juga *output* yang diharapkan dimasukkan ke dalam jaringan. Setelah itu, *network error* (perbedaan antara *output* sebenarnya dan yang diharapkan) dipropagasi lagi melalui jaringan dan digunakan untuk menghitung gradien dari *network error* dengan bobot. Gradien ini kemudian akan digunakan untuk meng-update nilai bobot sesuai dengan aturan tertentu (misalnya, stokastik, momentum, dll).

2.4 Deep Learning

Deep Learning adalah bagian dari kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin yang melibatkan pembuatan jaringan saraf berlapis untuk melakukan tugas-tugas yang tepat seperti deteksi objek,

pengenalan suara, terjemahan bahasa, dan sebagainya. *Deep Learning* bervariasi dari pendekatan pembelajaran mesin biasa yang mengeksekusi representasi data seperti foto, video, atau teks secara otomatis tanpa memerlukan penulisan kode atau keahlian manusia.

3. Implementasi

3.1 Data

Data yang digunakan adalah data citra yang digunakan adalah kumpulan citra wajah mahasiswa di 6 kelas (TI 1I, MI 2A, MI 2B, TI 3A, TI 3B, transfer D3 ke D4) yang berjumlah 595 data dan 127 *folder* atau *class* mahasiswa jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Malang yang sedang mengikuti pembelajaran daring melalui aplikasi Zoom. Kumpulan citra wajah tersebut sudah diberi label dengan penamaan [nama_mahasiswa][spasi][nim_mahasiswa] untuk *folder* atau *class*. Isi dari *folder* tersebut adalah 5 citra wajah yang telah di *crop* sesuai dengan berbagai sudut atau posisi kepala dengan format penamaan [nama_mahasiswa][angka].jpg. Pada nama *file* merepresentasikan masing-masing sudut. Angka dan sudut yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Angka 1 = tampak depan
- Angka 2 = menoleh ke kiri sedikit
- Angka 3 = menoleh ke kanan sedikit
- Angka 4 = menengadahkan sedikit
- Angka 5 = menunduk sedikit

Pada Gambar 2 dan 3 adalah contoh nama *folder* dan nama *file* didalam *folder* tersebut:



Gambar 2. Contoh penamaan *folder* atau *class*

3.2 Training



Gambar 3. Contoh penamaan *file* citra mahasiswa dengan 5 posisi kepala sesuai angka

Pada Gambar 4 adalah *flowchart* proses *training* untuk menghasilkan *file* model yang berisi fitur wajah.



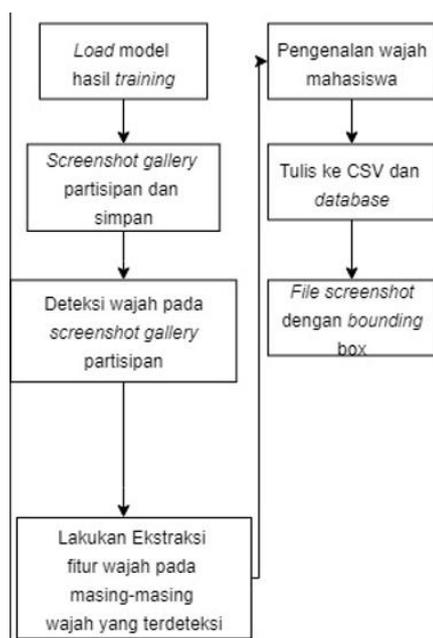
Gambar 4. Proses *training*

Pengambilan *dataset* untuk data *training* pada pembelajaran daring melalui aplikasi Zoom dengan meng-*crop* partisipan yang menyalakan video kamera dan memperlihatkan wajah serta melabelinya dengan nama mahasiswa dan NIM mahasiswa untuk nama *class* dan untuk label per *file*. Kemudian melakukan deteksi wajah mahasiswa pada *file* citra mahasiswa didalam *folder class*. Langkah selanjutnya adalah melakukan ekstraksi fitur terhadap wajah yang berhasil dideteksi. Hasil dari ekstraksi fitur merupakan vektor 128 dimensi dan menamai masing-masing fitur setiap wajah sesuai dengan nama label.

Hasil ekstraksi fitur adalah berupa *file encoding* atau model yang berisi fitur dan masing-masing label.

3.3 Testing

Pada Gambar 5 adalah *flowchart* proses *testing* untuk menghasilkan *file screenshot* dengan *bounding box*.



Gambar 5. Proses *testing*

Sebelum proses *testing* dilakukan, langkah pertama yang dilakukan adalah memuat *file encoding* yang berisi fitur mahasiswa pada proses *training* yang sudah dilakukan, kemudian melakukan presensi mahasiswa dengan *screenshot* dari jendela aplikasi Zoom saat melakukan *meeting* yang sedang aktif (tidak dalam keadaan *minimize*). Kemudian file *screenshot* akan dilakukan pendeteksian wajah. Fitur dari wajah yang berhasil terdeteksi akan diekstraksi dan menghasilkan vektor 128 dimensi. Langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan antar fitur wajah mahasiswa yang sudah diekstraksi pada file *screenshot* dengan fitur wajah mahasiswa yang sudah tersimpan didalam file encoding. Sistem akan melakukan input kedalam database dan file CSV dengan nama label yaitu nama mahasiswa dan NIM mahasiswa serta waktu kapan dikenali, nama kelas dan nama mata kuliah. Kemudian proses akan *looping* selama video berjalan dengan rentan waktu *N* menit.

4. Analisis dan Perancangan

4.1 Perancangan Sistem

Berikut adalah perancangan sistem secara keseluruhan Pengembangan Aplikasi Deep Learning

Pengenalan Wajah Pada Media Online untuk Mengetahui Kehadiran Mahasiswa. Pada perancangan sistem ini, terdapat 5 flowchart. Flowchart yang dimaksud adalah *device A* untuk pembelajaran daring, *device B* untuk sistem presensi, proses presensi mahasiswa, proses pengenalan wajah mahasiswa, proses *training* citra wajah mahasiswa.

4.1.1 Device A untuk pembelajaran daring

User dengan *device A* masuk ke ruangan Zoom dengan link (*link X*) yang sudah ditentukan untuk melakukan pembelajaran daring. Proses pembelajaran dimulai layaknya pembelajaran daring seperti biasa sampai jam mata kuliah tersebut selesai.

4.1.2 Device B untuk sistem presensi

User yang sama dengan *device B* masuk kedalam ruangan Zoom dengan link yang sama (*link X*). *Device B* akan menjalankan program untuk melakukan presensi mahasiswa. Presensi dilakukan sampai pembelajaran dari selesai.

4.1.3 Proses presensi mahasiswa

Tahap yang dilakukan pertama adalah pengecekan adanya *database* atau tidak. Jika tidak ditemukan *database* dengan nama yang sudah ditentukan, sistem akan membuat *database* yang terdapat satu buah tabel dengan nama presensi. Tahap selanjutnya adalah memasukan kelas dan nama mata kuliah. Format penulisan kelas adalah [*prodi*][*tingkat*][*kelas*]. Contoh inputan kelas dan nama mata kuliah adalah 'TI4C', 'Bahasa Inggris Persiapan Kerja'. Tahap berikutnya adalah proses pengenalan wajah mahasiswa. Seluruh partisipan mahasiswa yang ada pada pembelajaran daring melalui aplikasi Zoom diharapkan menyalakan video kamera, agar wajah dari masing-masing mahasiswa terlihat dan fitur dari masing-masing wajah tersebut dapat diekstraksi oleh sistem dan kemudian akan dibandingkan dengan fitur yang berada dalam *file encoding*. Kemudian tahap yang terakhir adalah menyimpan informasi kedalam masing-masing kolom yang ada pada tabel presensi serta menyimpan kedalam *file CSV*.

4.1.4 Proses pengenalan wajah mahasiswa

Tahap yang dilakukan pertama adalah memeriksa adanya *file model*, jika *file model* tidak ditemukan, maka diperlukan *training* wajah pada *dataset* dengan ekstraksi fitur yang disimpan disebuah *file encoding*. Langkah selanjutnya adalah memuat *file model* yang berisi fitur wajah mahasiswa untuk menjadi pembanding. Kemudian melakukan *screenshot* aplikasi Zoom yang sedang aktif (tidak dalam keadaan *minimize*). *File screenshot* akan tersimpan kemudian akan dilakukan deteksi wajah

dan pengekstraksian fitur pada wajah yang berhasil dideteksi. Pengekstraksian fitur akan *looping* sebanyak wajah yang berhasil dideteksi. Fitur tersebut akan dibandingkan dengan fitur yang terdapat didalam *file* model. Wajah akan dikenali jika fitur yang terdapat pada *file* model dekat dengan fitur yang sudah diekstraksi pada *file screenshot*. Jika pengenalan wajah berhasil, maka akan menghasilkan label NIM mahasiswa, dan nama mahasiswa. NIM mahasiswa dan nama mahasiswa tersebut akan disimpan kedalam *database* dan kedalam CSV. Proses pengenalan sampai simpan kedalam CSV akan *looping* sebanyak wajah yang berhasil dikenali. Langkah selanjutnya adalah pemberian *bounding box* pada wajah yang berhasil dikenali dan/atau gagal dikenali serta nama label atau *class*-nya pada *file screenshot* yang telah disimpan. Proses *screenshot* sampai penyimpanan *file screenshot* akan *looping* selama pembelajaran.

4.1.5 Proses *training* citra wajah mahasiswa

Tahap yang dilakukan pertama adalah pengumpulan *dataset* citra wajah mahasiswa jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Malang yang sedang mengikuti pembelajaran daring melalui aplikasi Zoom. Tahap selanjutnya melakukan pelabelan setiap mahasiswa dengan nama mahasiswa dan NIM mahasiswa sampai banyaknya mahasiswa. Kemudian tahap selanjutnya adalah membaca *file* citra wajah mahasiswa, dan kemudian akan dilakukan *looping* deteksi wajah sebanyak *file* citra. Ekstraksi fitur dilakukan sebanyak wajah yang berhasil dideteksi. Langkah terakhir adalah menyimpan ekstraksi fitur ke dalam *file encoding*.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Hasil

Setelah dilakukan pembuatan sistem seperti *flowchart*, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian akurasi terhadap mahasiswa yang berhasil dikenali pada aplikasi Zoom. Dalam hal pengujian ini terdapat 2 hasil, yang pertama kecepatan proses mengenali wajah pada *file screenshot* dan persentase mahasiswa yang berhasil dikenali pada *file screenshot*. Setiap kelas presensi sebanyak 14 kali dengan rentang waktu 1 menit untuk kelas TI 1I, TI 3A, TI 3B dengan pembelajaran Zoom selama 15 menit, sedangkan untuk rentang waktu 3 detik untuk kelas MI 2A dan MI 2B dengan pembelajaran 1 menit 47 detik untuk kelas MI 2A dan 4 menit 19 detik. Rentang waktu yang berbeda untuk kedua jurusan dibedakan dikarenakan untuk mendapatkan presensi sebanyak 14 kali di 5 kelas yang berbeda. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada masing-masing kelas.

5.1.1 Pengujian kecepatan presensi

Dalam pengujian ini akan dilakukan proses pengujian terhadap proses lamanya presensi. Hal yang akan diuji dalam tahap ini adalah waktu yang dibutuhkan *device* B untuk melakukan *screenshot* sampai menyimpan data mahasiswa yang berhasil dikenali oleh sistem. Pengujian dilakukan pada semua kelas.

Rata-rata keseluruhan =

$$\frac{4,332 + 3,909 + 3,603 + 5,103 + 4,586 + 5,263}{6}$$

$$= 4,466 \text{ detik}$$

Jadi rata-rata keseluruhan waktu untuk melakukan presensi pada 6 kelas adalah 4,466 detik. Setiap presensi pertama butuh waktu yang sedikit lama dikarenakan adanya pemuatan dan membaca *file* model terlebih dahulu untuk pembandingan fitur-fitur wajah mahasiswa yang disimpan pada *Random Access Memory* (RAM). *File* model tersebut sudah di-*training* terlebih dahulu sebelum melakukan presensi.

5.1.2 Pengujian akurasi pengenalan wajah mahasiswa

5.1.2.1 Rata-rata akurasi semua percobaan

1. Kelas T11I

$$= \frac{83,26 + 86,76 + 85,31}{3} \times 100\%$$

$$= 85,11\%$$

2. Kelas MI2A

$$= \frac{73,58 + 78 + 63,31}{3} \times 100\%$$

$$= 71,63\%$$

3. Kelas MI2B

$$= \frac{67,03 + 61,11 + 72,62}{3} \times 100\%$$

$$= 66,92\%$$

4. Kelas TI3A

$$= \frac{82,57 + 81,78 + 78,3}{3} \times 100\%$$

$$= 80,88\%$$

5. Kelas TI3B

$$= \frac{81 + 79,74 + 76,13}{3} \times 100\%$$

$$= 78,95\%$$

6. Kelas *Transfer* D3 ke D4

$$= \frac{82,57 + 75,88 + 81,98}{3} \times 100\%$$

$$= 80,14\%$$

Pada tabel 1 adalah hasil keseluruhan rata-rata akurasi semua percobaan per kelas.

Tabel 1. Hasil keseluruhan rata-rata akurasi per kelas

No	Kelas	Rata-rata akurasi
1	Kelas TI1I	85,11%
2	Kelas MI2A	71,63%
3	Kelas MI2B	66,92%
4	Kelas TI3A	80,88%
5	Kelas TI3B	78,95%
6	Kelas <i>Transfer</i> D3 ke D4	80,14%

5.1.2.2 Rata-rata akurasi keseluruhan

$$= \frac{85,1 + 71,63 + 66,92 + 80,88 + 78,95 + 80,14}{6} \times 100\%$$

$$= 77,27\%$$

5.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan maka dapat dilihat bahwa hasil pengenalan wajah menggunakan metode CNN dan arsitektur ResNet mendapatkan akurasi sebesar 77,27%. Metode pengenalan wajah yang digunakan berpengaruh dengan posisi wajah yang dikenali, jarak wajah terhadap *capture device*, serta cahaya yang mengenai wajah

6. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Metode *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur ResNet yang digunakan untuk pengenalan wajah mendapatkan akurasi sebesar 77,27%. Berdasarkan pengujian, kecepatan saat melakukan presensi rata-rata yang didapat adalah 4,466 detik. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, sistem dapat menyimpan data label mahasiswa ke file CSV. Dalam penelitian selanjutnya, diharapkan tidak menggunakan 2 *device* dan meningkatkan akurasi dengan cara mengumpulkan dataset yang lebih layak pada setiap mahasiswa.

6.2 Saran

1. Diharapkan sistem presensi hanya membutuhkan satu *device* saja, yang dimana *device* tersebut dapat dijadikan media

pembelajaran daring serta dapat melakukan presensi.

2. Diharapkan lebih dari satu halaman pada Zoom dapat dilakukan presensi secara otomatis.

Daftar Pustaka:

Abror, Z. F. (2019). Klasifikasi Citra Kebakaran Dan Non Kebakaran Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 24(2), 102–113. <https://doi.org/10.35760/tr.2019.v24i2.2389>

Chauhan, R., Ghanshala, K. K., & Joshi, R. C. (2018). Convolutional Neural Network (CNN) for Image Detection and Recognition. *ICSCCC 2018 - 1st International Conference on Secure Cyber Computing and Communications, December 2018*, 278–282. <https://doi.org/10.1109/ICSCCC.2018.8703316>

Fadlia, N., & Kosasih, R. (2019). Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn). *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 24(3), 207–215. <https://doi.org/10.35760/tr.2019.v24i3.2397>

Harish J, N. K., Hamdi, Z., Ditya Ag, B., & Dewanto, S. (n.d.) (2016). *Sistem Absensi Otomatis Menggunakan Pengenalan Wajah Dengan Metode Neural Network*.

H. Lami, S. T. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengenalan Wajah Daftar Pencarian Orang (Dpo). *Jurnal Media Elektro*, VIII(2), 129–133.

Ilahiyah, S., & Nilogiri, A. (2018). Implementasi Deep Learning Pada Identifikasi Jenis Tumbuhan Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network. *JUSTINDO (Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi Indonesia)*, 3(2), 49–56.

Intan P, R. D. (2015). Studi Komparasi Ekstraksi Fitur pada Pengenalan Wajah Menggunakan Principal Component Analysis (PCA) dan Wavelet Daubechies. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 6(12), 46–54. <https://doi.org/10.14710/jmasif.v6i12.9281>

Juwiantho, H., Setiawan, E. I., Santoso, J., & Purnomo, M. H. (2020). Sentiment Analysis Twitter Bahasa Indonesia Berbasis

Kumar, A., Kaur, A., & Kumar, M. (2019). Face detection techniques: a review. *Artificial Intelligence Review*, 52(2), 927–948. <https://doi.org/10.1007/s10462-018-9650-2>

Kurniadi, A. (2020). Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Varietas Pada Citra Daun Sawi Menggunakan Keras. *DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology*, 4(1), 25. <https://doi.org/10.25273/doubleclick.v4i1.5812>

- Luo, X., Shen, R., Hu, J., Deng, J., Hu, L., & Guan, Q. (2017). A Deep Convolution Neural Network Model for Vehicle Recognition and Face Recognition. *Procedia Computer Science*.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.03.153>
- Rahim, A., Kusriani, K., & Luthfi, E. T. (2020). Convolutional Neural Network untuk Kalasifikasi Penggunaan Masker. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 10(2), 109.
<https://doi.org/10.35585/inspir.v10i2.2569>
- S, A. B., & Maulana, H. (2016). Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA). 9(2), 166–175.
- TiaraSari, A., & Haryatmi, E. (2021). Penerapan Convolutional Neural Network Deep Learning dalam Pendeteksian Citra Biji Jagung Kering. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 265–271.
<https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.3040>
- Zhou, L., Li, Q., Huo, G., & Zhou, Y. (2017). Image classification using biomimetic pattern recognition with convolutional neural networks features. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2017.
<https://doi.org/10.1155/2017/3792805>

