

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Melalui hasil perancangan alat berupa perangkat keras dan perangkat lunak, kemudian dilakukan pengujian sesuai dengan prosedur yang ditentukan hingga analisis hasil pengukuran, dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Dengan menggunakan penggabungan algoritma deteksi wajah, facenet, dan *k-nearest neighbor* sebagai klasifikasi datanya dapat terbentuknya suatu sistem pengenalan wajah yang diaplikasikan pada Raspberry Pi sebagai perangkat kendali dari beban yang ditentukan yaitu *magnetic lock* sebagai akses pintu masuk.
2. Sistem ini juga berhasil mengintegrasikan perangkat lain untuk melakukan pendaftaran dan juga sebagai *database server* melalui koneksi *access point* pada jaringan lokal.
3. Akurasi yang diperoleh dalam sistem pengenalan wajah mencapai 100% dalam prediksi wajah terdaftar, namun menurun ketika melakukan prediksi pada wajah yang tidak terdaftar yaitu 92%.
4. Sistem pengenalan wajah juga berpengaruh dari kondisi pencahayaan beserta perbedaan kamera yang digunakan. Semakin sama intensitas pencahayaan yang digunakan pada saat pengenalan dan pendaftaran, maka hasil yang didapatkan juga semakin akurat. Dengan demikian, sistem ini akan lebih baik jika menggunakan kamera yang sama antar perangkat, dan berada di kondisi pencahayaan yang relatif sama antara saat pendaftaran dengan pengenalan.

5. Semakin banyak subjek yang terdaftar, maka kecepatan pengenalan wajah juga akan semakin berkurang. Namun, untuk subjek terdaftar yang berjumlah 100 orang, rata-rata waktu pengenalan masih dibawah 500 milidetik.

5.2. Saran

Pada proyek ini, masih memiliki sejumlah kekurangan dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Beberapa aspek yang dapat dijadikan sebagai pengembangan dijabarkan sebagai berikut.

1. Waktu pengenalan wajah dapat lebih diminimalkan dengan menggunakan *hardware* yang memiliki *computational resource* lebih mumpuni sehingga proses pengenalan wajah menjadi lebih cepat.
2. Teknik yang digunakan untuk *liveness verification* kedipan mata masih memiliki kelemahan dan membutuhkan interaksi aktif dengan *user*. *Depth-camera* yang dikombinasikan dengan model kecerdasan buatan *antispoofing detection* dapat digunakan sehingga tekniknya menjadi pasif dan tidak merepotkan pengguna. Namun, pemilihan model ini harus ringan jika ingin tetap dieksekusi pada Raspberry Pi yang tergolong *limited source*. Jika model yang dipilih membutuhkan daya komputasi yang berat, maka perlu dipertimbangkan kembali saran sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Yedulapuram, R. Arabelli, K. Mahender, and C. Sidhardha, "Automatic Door Lock System by Face Recognition," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 981, no. 3, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/981/3/032036.
- [2] G. R. Safri, D. Irawan, and R. P. Astutik, "Penerapan Liveness Sebagai Anti-Spoofing Citra Digital Pada Sistem Keamanan Akses Kontrol Ruang Server Berbasis Raspberry Pi," *E-Link J. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 16, no. 2, p. 31, 2021, doi: 10.30587/e-link.v16i2.3333.
- [3] D. Saputra and A. H. Masud, "Akses Kontrol Ruangan Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328P," *Sentika*, vol. 2014, no. Sentika, p. 9, 2014.
- [4] T. K. Vamsi and K. C. Sai, "Face recognition based door unlocking system using Raspberry Pi," *Int. J. Adv. Res. Ideas Innov. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 1320–1324, 2019, [Online]. Available: www.IJARIIT.com.
- [5] A. F. Miyata and H. Pranjoto, "Sistem Absensi Berbasis Pengenalan Wajah," *Teknika*, vol. 11, no. 1, pp. 1–7, 2022, doi: 10.34148/teknika.v11i1.424.
- [6] M. S. Brandon Amos, Bartosz Ludwiczuk, "Openface: uniwersalna biblioteka rozpoznawania twarzy z aplikacjami mobilnymi," *C. Sch. ...*, 2016 r., vol. 16, no. October 2015, pp. 1–18, 2016, [Online]. Available: <http://reports-archive.adm.cs.cmu.edu/anon/anon/usr0/ftp/2016/CMU-CS-16-118.pdf>.

- [7] F. Cahyono, W. Wirawan, and R. Fuad Rachmadi, "Face recognition system using facenet algorithm for employee presence," *4th Int. Conf. Vocat. Educ. Training, ICOVET 2020*, pp. 57–62, 2020, doi: 10.1109/ICOVET50258.2020.9229888.
- [8] F. Schroff, D. Kalenichenko, and J. Philbin, "FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 07-12-June, pp. 815–823, 2015, doi: 10.1109/CVPR.2015.7298682.
- [9] A. F. S. Moura, S. S. L. Pereira, M. W. L. Moreira, and J. J. P. C. Rodrigues, "Video Monitoring System using Facial Recognition: A Facenet-based Approach," *Proc. - IEEE Glob. Commun. Conf. GLOBECOM*, vol. 2020-Janua, 2020, doi: 10.1109/GLOBECOM42002.2020.9348216.
- [10] F. M. Andiani and B. Soewito, "Face recognition for work attendance using multitask convolutional neural network (MTCNN) and pre-trained facenet," *ICIC Express Lett.*, vol. 15, no. 1, pp. 57–65, 2021, doi: 10.24507/icicel.15.01.57.
- [11] T. V. Dang and H. L. Tran, "A Secured, Multilevel Face Recognition based on Head Pose Estimation, MTCNN and FaceNet," *J. Robot. Control*, vol. 4, no. 4, pp. 431–437, 2023, doi: 10.18196/jrc.v4i4.18780.
- [12] N. E. Christyanto, E. M. A. Jonemaro, and ..., "Pengembangan Aplikasi Android Presensi Kehadiran Realtime menggunakan Pengenalan Wajah dengan Model Facenet," *J. Pengemb. ...*, vol. 6, no. 10, pp. 4839–4847, 2022, [Online]. Available: <https://jptiik.multi.web.id/index.php/j-ptiik/article/view/11700%0Ahttps://jptiik.multi.web.id/index.php/j->

- ptiik/article/download/11700/5203.
- [13] W. Sugeng and D. Barus, “Pengecekan Foto Pasport Menggunakan Metode Dnn Dan Facenet Sebagai Pengenalan Wajah,” *J. Pekommas*, vol. 8, no. 2, pp. 169–180, 2023, doi: 10.56873/jpkm.v8i2.5195.
 - [14] S. Sunardi, A. Yudhana, and M. A. Talib, “Perancangan Sistem Pengenalan Wajah untuk Keamanan Ruangan Menggunakan Metode Local Binary Pattern Histogram,” *J. Teknol. Elektro*, vol. 13, no. 2, p. 123, 2022, doi: 10.22441/jte.2022.v13i2.010.
 - [15] S. Roy, M. Nasir Uddin, M. Jahidul Kabir, and M. Zahirul Haque, “Design and Implementation of the Smart Door Lock System with Face Recognition Method using the Linux Platform Raspberry Pi Software Defect Prediction based on Deep Learning Techniques View project Design and Implementation of the Smart Door Lock System wi,” *IJCSN-International J. Comput. Sci. Netw.*, vol. 7, no. 6, 2018, [Online]. Available: www.ijcsn.orgimpactfactor:1.5382.
 - [16] A. V. L. Tobing, H. H. L. Toruan, Y. G. Simanjuntak, T. Elektronika, T. Elektro, and P. N. Medan, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Dengan Face Recognition Berbasis Raspberry,” *Konf. Nas. Sos. dan Eng. Politek. Negeri Medan*, pp. 79–88, 2021.
 - [17] C. K. Gomathy, K. Keerthi, and N. Pavithra, “Smart Door with Facial Recognition,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 10, pp. 471–474, 2021, [Online]. Available: www.irjet.net.
 - [18] D. Tribuana, Hazriani, and A. L. Arda, “Face recognition for smart door security access with convolutional neural network method,” *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 22, no. 3, pp. 702–710, 2024, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v22i3.25946.

- [19] L. W. Alexander, S. R. Sentinuwo, and A. M. Sambul, "Implementasi Algoritma Pengenalan Wajah Untuk Mendeteksi Visual Hacking," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika/article/view/16969/16503>.
- [20] I. Adjabi, A. Ouahabi, A. Benzaoui, and A. Taleb-Ahmed, "Past, present, and future of face recognition: A review," *Electron.*, vol. 9, no. 8, pp. 1–53, 2020, doi: 10.3390/electronics9081188.
- [21] P. Viola and M. Jones, "Robust Real-time Object Detection Paul," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 57, no. 2, pp. 137–154, 2001.
- [22] R. A. Pahlevi and B. Setiaji, "Analysis of Application Haar Cascade Classifier and Local Binary Pattern Histogram Algorithm in Recognizing Faces With Real-Time Grayscale Images Using Opencv," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 179–186, 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.1.491.
- [23] S. Yulina, "Penerapan Haar Cascade Classifier dalam Mendeteksi Wajah dan Transformasi Citra Grayscale Menggunakan OpenCV," *J. Komput. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 100–109, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/>.
- [24] C. Lugaresi *et al.*, "MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines."
- [25] S. Mehta, S. Dadhich, S. Gumber, and A. J. Bhatt, "Real-Time Driver Drowsiness Detection System Using Eye Aspect Ratio and Eye Closure Ratio," pp. 1333–1339, 2019.
- [26] K. O. Shea and R. Nash, "An Introduction to Convolutional Neural Networks," pp. 1–11.
- [27] J. Wu, "Introduction to Convolutional Neural Networks," *Introd. to*

- Convolutional Neural Networks*, pp. 1–31, 2017, [Online]. Available: https://web.archive.org/web/20180928011532/https://cs.nju.edu.cn/wujx/teaching/15_CNN.pdf.
- [28] A. F. M. Agarap, “Deep Learning using Rectified Linear Units (ReLU),” no. 1, pp. 2–8.
 - [29] M. Yani, B. Irawan, and C. Setiningsih, “Application of Transfer Learning Using Convolutional Neural Network Method for Early Detection of Terry’s Nail,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1201, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1201/1/012052.
 - [30] W. Ma and J. Lu, “An Equivalence of Fully Connected Layer and Convolutional Layer,” no. 3, pp. 1–9, 2016.
 - [31] F. Chollet, *Deep learning with Python*. 2020.
 - [32] R. C. Gonzalez, “Deep Convolutional Neural Networks [Lecture Notes],” *IEEE Signal Process. Mag.*, vol. 35, no. 6, pp. 79–87, 2018, doi: 10.1109/MSP.2018.2842646.
 - [33] W. Liu *et al.*, “SSD: Single Shot MultiBox Detector,” *Comput. Vision-ECCV*, vol. 1, pp. 21–37, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-46448-0.
 - [34] A. Sukusvieri, “Implementasi Metode Single Shot Detector untuk Pengenalan Wajah,” *Univ. Din.*, 2020.
 - [35] Evelyn, R. Adipranata, and K. Gunadi, “Sistem Presensi Mahasiswa Menggunakan Face Recognition Dengan Metode Facenet Pada Android,” *J. Infra*, vol. Vol 10, No, pp. 2–8, 2022.
 - [36] S. M. Bah and F. Ming, “An improved face recognition algorithm and its application in attendance management system,” *Array*, vol. 5, no. February 2019, p. 100014, 2020, doi: 10.1016/j.array.2019.100014.

- [37] A. Firmansyah, T. F. Kusumasari, and E. N. Alam, "Comparison of Face Recognition Accuracy of ArcFace, Facenet and Facenet512 Models on Deepface Framework," *nternational Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. Eng.*, pp. 535–539, 2023.
- [38] R. Suwanda, Z. Syahputra, and E. M. Zamzami, "Analysis of Euclidean Distance and Manhattan Distance in the K-Means Algorithm for Variations Number of Centroid K," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1566, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1566/1/012058.
- [39] X. Guo, "A KNN Classifier for Face Recognition," no. Cisce, 2021.
- [40] J. Selatan, "Penerapan Algoritma Nearest Neighbour untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem," vol. XX, no. 1, pp. 101–106, 2018.
- [41] E. B. Gosno, I. Ariesianti, R. Soelaiman, I. Pendahuluan, P. Clustering, and A. A. K. Clustering, "Implementasi KD-Tree K-Means Clustering untuk Klasterisasi Dokumen," vol. 2, no. 2, 2013.
- [42] M. Dolatshah and B. Minaei, "Ball*-tree: Efficient spatial indexing for constrained nearest-neighbor search in metric spaces," no. December, 2015.
- [43] F. Xavier and P. Bold, "Disaster Monitoring using Unmanned Aerial Vehicles and Deep Learning," no. July, 2018, doi: 10.48550/arXiv.1807.11805.
- [44] R. T. H. Hasan and A. B. Sallow, "Face Detection and Recognition Using OpenCV," *J. Soft Comput. Data Min.*, vol. 2, no. 2, pp. 86–97, 2021, doi: 10.30880/jscdm.2021.02.02.008.
- [45] F. Pedregosa *et al.*, "Scikit-learn: Machine Learning in Python," *J. ofMachine Learn. Res.*, vol. 12, pp. 2825–2830, 2011, doi: 10.1289/EHP4713.

- [46] Q. Cao, L. Shen, W. Xie, O. M. Parkhi, and A. Zisserman, “VGGFace2: A dataset for recognising faces across pose and age,” *Proc. - 13th IEEE Int. Conf. Autom. Face Gesture Recognition, FG 2018*, pp. 67–74, 2018, doi: 10.1109/FG.2018.00020.