

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pengenalan wajah berbasis *face tracking* menggunakan Framework MediaPipe dan mikrokontroler ESP-32 yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pengenalan wajah berbasis *face tracking* berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan Framework MediaPipe. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mendeteksi wajah pada berbagai orientasi yang diuji serta mengikuti pergerakan wajah secara *real-time* melalui mekanisme kamera *pan-tilt*. Selain itu, sistem memiliki waktu deteksi rata-rata sebesar 30,65 ms, sehingga mampu merespons keberadaan wajah dengan cepat untuk mendukung proses *face tracking*.
2. Komunikasi antara aplikasi berbasis Python dengan mikrokontroler ESP-32 berhasil diimplementasikan melalui komunikasi Serial USB. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data posisi wajah dapat dikirim dan diproses dengan baik untuk mengendalikan pergerakan motor servo *pan-tilt*, sehingga kamera mampu menyesuaikan arah secara otomatis mengikuti posisi wajah yang terdeteksi.
3. Teknologi *face recognition* menggunakan Framework DeepFace dengan model ArcFace berhasil diterapkan untuk mengenali wajah yang telah terdaftar pada dataset serta membedakannya dengan Orang Tidak Dikenal (OTK). Berdasarkan hasil pengujian terhadap empat karyawan dan satu objek OTK pada 50 titik pengamatan, sistem memperoleh tingkat akurasi rata-rata sebesar **80%**. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa proses *face recognition* bekerja secara optimal hingga jarak sekitar **2 meter**, sedangkan proses *face detection* masih mampu mendeteksi wajah hingga jarak sekitar **4 meter**. Meskipun masih ditemukan kesalahan identifikasi pada kondisi tertentu, seperti perubahan orientasi wajah, pergerakan wajah

yang cepat, serta kondisi pencahayaan yang kurang optimal, sistem telah mampu menjalankan fungsi pengenalan wajah sesuai dengan tujuan penelitian.

Dengan demikian, seluruh tujuan penelitian yang telah dirumuskan pada Bab I berhasil dicapai, yaitu menghasilkan sistem pengenalan wajah berbasis *face tracking* yang mampu mendeteksi, mengikuti pergerakan, dan mengenali wajah secara otomatis menggunakan Framework MediaPipe, Framework DeepFace dengan model ArcFace, serta mikrokontroler ESP-32 sesuai dengan tujuan penelitian.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan selama proses pengembangan sistem, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Pengembangan metode *face recognition* serta penambahan variasi *dataset* wajah dengan berbagai orientasi disarankan untuk meningkatkan akurasi identifikasi, terutama saat wajah bergerak atau menghadap ke samping.
2. Penggunaan kamera dengan resolusi yang lebih tinggi disarankan agar proses deteksi dan pengenalan wajah lebih optimal, khususnya pada jarak pengamatan yang lebih jauh.
3. Pengembangan sistem dapat dilakukan dengan menambahkan fitur perekaman dan integrasi alarm, seperti *buzzer*, untuk mendukung dokumentasi serta memberikan peringatan otomatis ketika mendeteksi Orang Tidak Dikenal (OTK).
4. Penelitian selanjutnya disarankan menerapkan *face alignment* sebelum proses ekstraksi *embedding* untuk meningkatkan konsistensi dan akurasi pengenalan wajah.
5. Penelitian selanjutnya juga dapat mengembangkan mekanisme *target locking* agar sistem mampu mengenali dan mempertahankan identitas target secara lebih stabil ketika terdapat lebih dari satu wajah dalam satu *frame*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Kurniyanti, V., & Murdiani, D. (2022). Perbandingan Model Waterfall Dengan Prototype Pada Pengembangan System Informasi Berbasis Website. *Jurnal Syntax Fusion*, 2(08), 669–675. <https://doi.org/10.54543/fusion.v2i08.210>
- Anam, N. (2022). *TA: Sistem Deteksi Simbol pada SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) Menggunakan Mediapipe dan Resnet-50* [Undergraduate, Universitas Dinamika]. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/6259/>
- Andono, P. N., T.Sutojo, & Muljono. (2018). *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi.
- Ardiansyah, A. R., Nur'azizan, A. H., & Fernandis, R. (2024). Implementasi Deteksi Bahasa Isyarat Tangan Menggunakan OpenCV dan MediaPipe. *Seminar Nasional Teknologi & Sains*, 3(1), 331–337. <https://doi.org/10.29407/rq0kp167>
- Asmara, R. A., Sayudha, B., Mentari, M., Budiman, R. P. P., Handayani, A. N., Ridwan, M., & Arhandi, P. P. (2022). *Face Recognition Using ArcFace and FaceNet in Google Cloud Platform For Attendance System Mobile Application*. 134–144. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-106-7_13
- Cahyaningtyas, C., Mira, Gudiato, C., Sari, M., & Noviyanti P. (2025). *Computer Vision untuk Pemula: Deteksi dan Analisis Ekspresi Wajah dengan CNN*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Deng, J., Guo, J., Yang, J., Xue, N., Kotsia, I., & Zafeiriou, S. (2022). ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 44(10), 5962–5979. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2021.3087709>
- Dristyan, F., Trisnawan, A. B., Simanjuntak, M. S., Aliyah, A., Admira, T. M. A., Yel, M. B., Pratama, Y., Rasywir, E., Riza, F., Toscani, A. N., Fitra, J., Resita, E., Sujana, A. P., & Fachruddin, F. (2026). *COMPUTER VISION: Implementasi dan Penerapan*. Faaslib Serambi Media.
- Dwi Novianti, Donny Muda Priyangan, & Pramestiana. (2024). MEMBANGUN SISTEM APLIKASI ABSENSI BERBASIS FACE RECOGNITION MENGGUNAKAN OPENCV DIKAMPUS STMIK KALIREJO LAMPUNG. *Journal of Computer Science and Informatics (JOCSI)*, 1(2), 62–66. <https://doi.org/10.69747/jocsi.v1i2.38>
- eltitomanolo. (2017, August 9). *Pan tilt head by eltitomanolo*. Thingiverse - The Community for Open Hardware. <https://www.thingiverse.com/thing:2467743>

- Fahreza, M. A. R., Rabi', A., & Dirgantara, W. (2024). Pengembangan Sistem Pintu Portal Miniatur dengan Pengenalan Wajah Menggunakan FaceNet dan MediaPipe. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 11(2), 446–455. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v11i2.5321>
- Ghani, M. A., Rusli, A., & Iswari, N. M. S. (2019). Rancang Bangun Aplikasi Face Tracking dan Filter Berdasarkan Raut Wajah Menggunakan Algoritma Fisher-Yates Berbasis iOS. *Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.31937/sk.v11i1.1046>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. <https://www.deeplearningbook.org/>
- Hardika, B., Kurniawan, M. D., Adzka, M., Prastowiyono, D., Banyubasa, A., Wicaksono, A., & Nasir, M. (2024). Blackbox Testing of the Garuda Farm Website Using the Equivalence Partitioning Technique. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 6(02), 740–753. <https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1420>
- Hidayati, A. T., Widyantoro, A. E., & Ramadhani, H. J. (2023). Perancangan Sistem Informasi Wirausaha Mahasiswa (Siwirma) Berbasis Web dengan Unified Modelling Language (UML). *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 2(4), 86–107. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i4.2906>
- Hilal, A., & Manan, S. (2013). PEMANFAATAN MOTOR SERVO SEBAGAI PENGGERAK CCTV UNTUK MELIHAT ALAT-ALAT MONITOR DAN KONDISI PASIEN DI RUANG ICU. *Gema Teknologi*, 17(2). <https://doi.org/10.14710/gt.v17i2.8924>
- Kustanto, P., Khalil, R. B., & Noe'man, A. (2024). Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Media Pembelajaran Interaktif. *Journal of Students' Research in Computer Science*, 5(1), 83–94. <https://doi.org/10.31599/6x0dfz47>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Lugaresi, C., Tang, J., Nash, H., McClanahan, C., Uboweja, E., Hays, M., Zhang, F., Chang, C.-L., Yong, M. G., Lee, J., Chang, W.-T., Hua, W., Georg, M., & Grundmann, M. (2019). *MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines* (arXiv:1906.08172). <https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.08172>
- Pratiwo, M., & Akbar, M. (2022). Penggunaan Augmented Reality Untuk Pemilihan Masker Dengan Metode Face Tracking. *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 16(1), 1–10. <https://doi.org/10.35457/antivirus.v16i1.1961>

- Pressman, R. S. (2005). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. Palgrave Macmillan.
- Rahman, S., Sembiring, A., Siregar, D., Khair, H., Prahmana, I. G., Puspadini, R., & Zen, M. (2023). PYTHON: DASAR DAN PEMROGRAMAN BERORIENTASI OBJEK. *Penerbit Tahta Media*. <https://tahtamedia.co.id/index.php/issj/article/view/344>
- Ramadhani, A. (2024). *TA: Sistem Kontrol Robot Mobil melalui Deteksi Bentuk Gestur Jari Tangan menggunakan MediaPipe* [Undergraduate, Universitas Dinamika]. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/7795/>
- Rosnelly, R., Simanjuntak, M. S., & Clinton Sitepu, A. (2020). *Face Recognition Using Eigenface Algorithm On Laptop Camera*. <http://repository.potensi-utama.ac.id/jspui/bitstream/123456789/5624/1/22.%20Face%20Recognition%20Using%20Eigenface%20Algorithm%20on%20Laptop%20Camera%202020.pdf>
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2003). *The unified modeling language reference manual: The definitive reference to the UML from the original designers* (5. print). Addison-Wesley.
- Sakti, D. M., Rosid, J., Murti, W. S., & Kurniasari, A. (2022). Face Recognition Dengan Metode Haar Cascade dan Facenet. *Indonesian Journal of Data and Science*, 3(1), 30–34. <https://doi.org/10.56705/ijodas.v3i1.38>
- Serengil, S. I., & Ozpinar, A. (2020). LightFace: A Hybrid Deep Face Recognition Framework. *2020 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ASYU50717.2020.9259802>
- Serengil, S., & Özpınar, A. (2024). A Benchmark of Facial Recognition Pipelines and Co-Usability Performances of Modules. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 17(2), 95–107. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.1399077>
- Siswidiyanto, S., Munif, A., Wijayanti, D., & Haryadi, E. (2020). Sistem Informasi Penyewaan Rumah Kontrakan Berbasis Web dengan Menggunakan Metode Prototipe. *Jurnal Interkom*, 15(1), 18–25. <https://doi.org/10.35969/interkom.v15i1.64>
- Subita, R. J., Ihsan Hibatur Rahman, Muhamad Rizki Pratama, Arya Bima Fauzan, Angga Novka Alana, & Nunik Pratiwi. (2023). Pengujian Identifikasi Jumlah Kerumunan Face Recognition Menggunakan Haar Cascade Clasifier. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(01), 58–65. <https://doi.org/10.56127/jukim.v2i01.432>
- Wagya, A. (2019). Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT). *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-*

Telekomunikasi-Komputer, 8(2), 238–247.
<https://doi.org/10.36055/setrum.v8i2.6561>

Wildan, B., Sari, A. P., & Nasution, R. (2021). SISTEM INFORMASI MANEJEMEN SURAT BERBASIS WEB PADA PT. CLIPAN FINANCE INDONESIA, TBK. *Hexagon Jurnal Teknik dan Sains*, 2(1), 85–90.
<https://doi.org/10.36761/hexagon.v2i1.882>

Yan, J., Zhang, X., Lei, Z., & Li, S. Z. (2014). Face detection by structural models. *Image and Vision Computing, Best of Automatic Face and Gesture Recognition* 2013, 32(10), 790–799.
<https://doi.org/10.1016/j.imavis.2013.12.004>

Yuhandri, Y., Ramadhanu, A., & Syahputra, H. (2022). PENGENALAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN CITRA DIGITAL (DIGITAL IMAGE PROCESSING) UNTUK SANTRI DI RAHMATAN LIL'ALAMIN INTERNATIONAL ISLAMIC BOARDING SCHOOL. *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 1239–1244.
<https://doi.org/10.31004/cdj.v3i2.5868>

Zen, M., Irwan, I., Hafni, H., & Ananda, M. D. P. (2024). Implementasi dan Pengujian Menggunakan Metode BlackBox Testing Pada Sistem Informasi Tracer Study. *Bulletin of Computer Science Research*, 4(4), 327–340.
<https://doi.org/10.47065/bulletincsr.v4i4.359>

Zhang, F., Bazarevsky, V., Vakunov, A., Tkachenka, A., Sung, G., Chang, C.-L., & Grundmann, M. (2020). *MediaPipe Hands: On-device Real-time Hand Tracking* (arXiv:2006.10214). arXiv.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.10214>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat balasan atau izin dari PT Radar Telekomunikasi Indonesia



Office : Jl. Kawalayaan Indah XIV No. 12, Buahbatu, Bandung 40286
 Workshop : Tritan Point Block D2 No 11, Cipadung Wetan, Panyileukan,
 Kota Bandung, Jawa Barat 40612
 Telp. : +62 22 73518475
 Web/Email : www.rti.radelindo.com – www.radelindo.com/radar.telind@gmail.com
 Industri Pertahanan KemHan (INDHAN) – No : SP/94/IX/2020/DJPOT



Nomor : 293/RTI/PTA/VII/2026
 Lamp : -
 Hal : **Balasan Izin Penelitian Tugas Akhir**

Kepada Yth :
Dekan Fakultas Teknik dan Pertanian
Universitas Islam Nusantara
 Jl. Soekarno Hatta No. 530 Bandung 40286

Sehubungan dengan Surat Saudara Nomor 695/UNINUS/FTP/PK/2026 perihal **Permohonan Izin Penelitian Tugas Akhir** dengan ini disampaikan sebagai berikut :

Perusahaan PT. Radar Telekomunikasi Indonesia bersedia menerima Mahasiswa Penelitian Tugas Akhir yaitu atas nama:

No	Nama	NIM	Program Studi	Topik Penelitian
1	Mukhlis Aburizal Khordowi	41037006221015	Teknik Informatika	Sistem Pengawasan Ruang Berbasis IoT

Selama Penelitian Tugas Akhir mahasiswa harus mengikuti ketentuan dan peraturan yang berlaku di Perusahaan.

Demikian Surat ini kami sampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Bandung, 23 Juli 2026

Hormat Kami
 PT. Radar Telekomunikasi Indonesia

Dr. Mashury
 Direktur Utama

Lampiran 2 Dokumentasi Observasi dan Komunikasi dengan Karyawan PT. RTI



Lampiran 3 Hasil Komunikasi dengan Pihak PT Radar Telekomunikasi Indonesia

Berikut merupakan hasil komunikasi antara peneliti dengan pembimbing lapangan PT Radar Telekomunikasi Indonesia terkait identifikasi permasalahan dan kebutuhan sistem yang menjadi dasar pelaksanaan penelitian.

Keterangan:

P : Peneliti

R : Narasumber PT Radar Telekomunikasi Indonesia

P : Saya sedang menentukan topik skripsi. saya berencana mengangkat topik skripsi mengenai sistem pengawasan ruangan berbasis *Computer Vision*. Apakah di perusahaan terdapat permasalahan yang sesuai dengan topik tersebut?

R : Ada. Ruangan penyimpanan peralatan di perusahaan belum memiliki sistem pengawasan sehingga aktivitas keluar masuk ruangan belum dapat dipantau secara langsung.

P : Mengapa ruangan tersebut perlu diawasi?

R : Karena ruangan tersebut digunakan untuk menyimpan berbagai peralatan penting perusahaan yang mendukung kegiatan operasional. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat membantu memantau aktivitas orang yang memasuki ruangan.

P : Saya berencana menerapkan *face detection* dan *face tracking* agar kamera dapat mengikuti pergerakan seseorang di dalam ruangan. Apakah solusi tersebut sesuai dengan kebutuhan perusahaan?

R : Menurut saya sesuai, karena dapat membantu proses pemantauan dibandingkan menggunakan kamera statis.

P : Apakah ada saran agar sistem yang dikembangkan lebih bermanfaat?

R : Sebaiknya sistem juga dapat mengenali identitas orang yang memasuki ruangan, bukan hanya mengikuti pergerakannya.

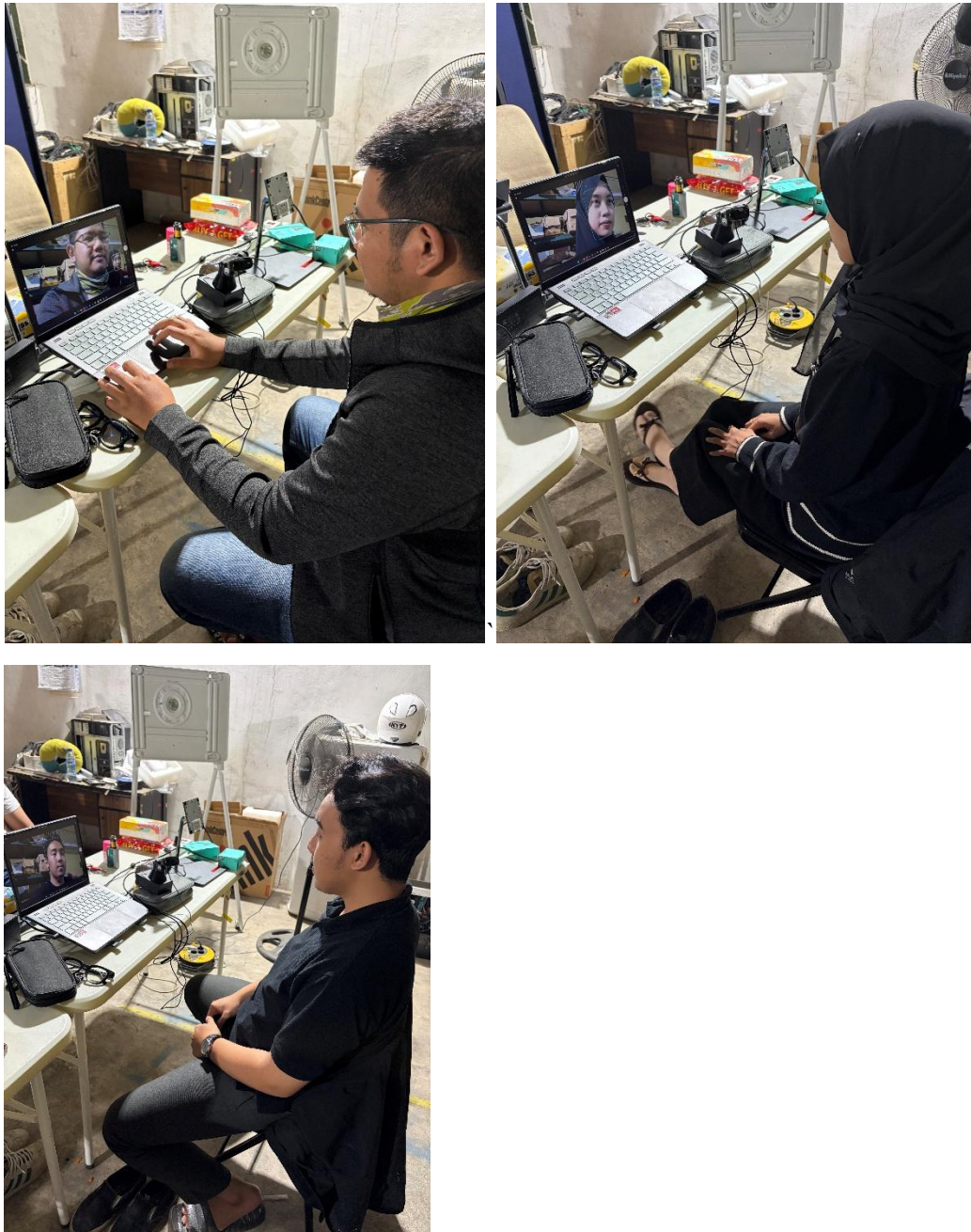
P : Berarti saya akan menambahkan fitur *face recognition* agar sistem dapat mengenali karyawan dan membedakannya dengan orang yang tidak dikenal.

R : Ya, itu akan membuat sistem lebih efektif untuk membantu pengawasan ruangan.

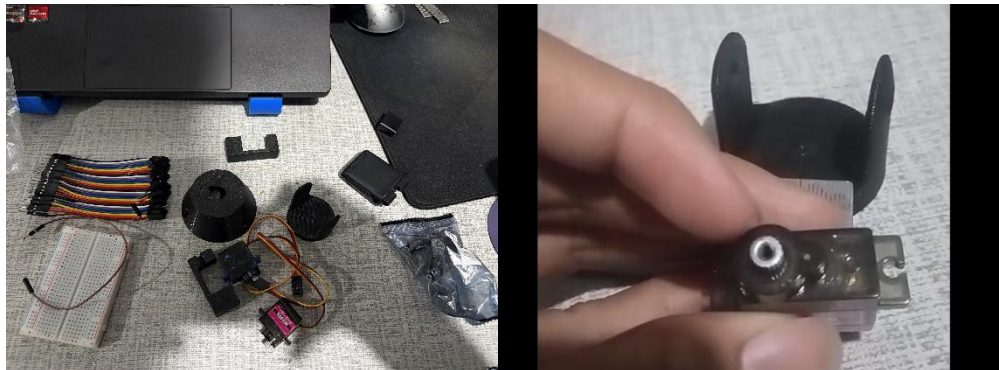
Kesimpulan Hasil Diskusi

Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak PT Radar Telekomunikasi Indonesia, diketahui bahwa perusahaan memiliki kebutuhan akan sistem pengawasan pada ruangan penyimpanan peralatan yang belum dilengkapi kamera maupun petugas pengawas. Dari hasil diskusi tersebut, disepakati pengembangan sistem pengawasan ruangan berbasis *face tracking* yang dilengkapi fitur *face recognition* untuk membantu memantau aktivitas serta mengidentifikasi orang yang memasuki ruangan.

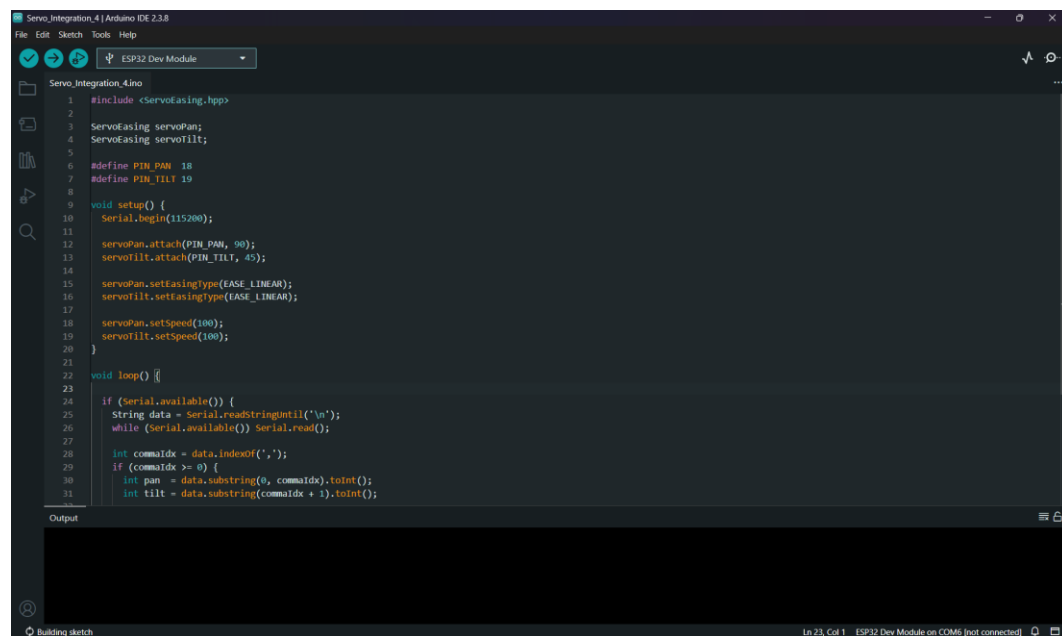
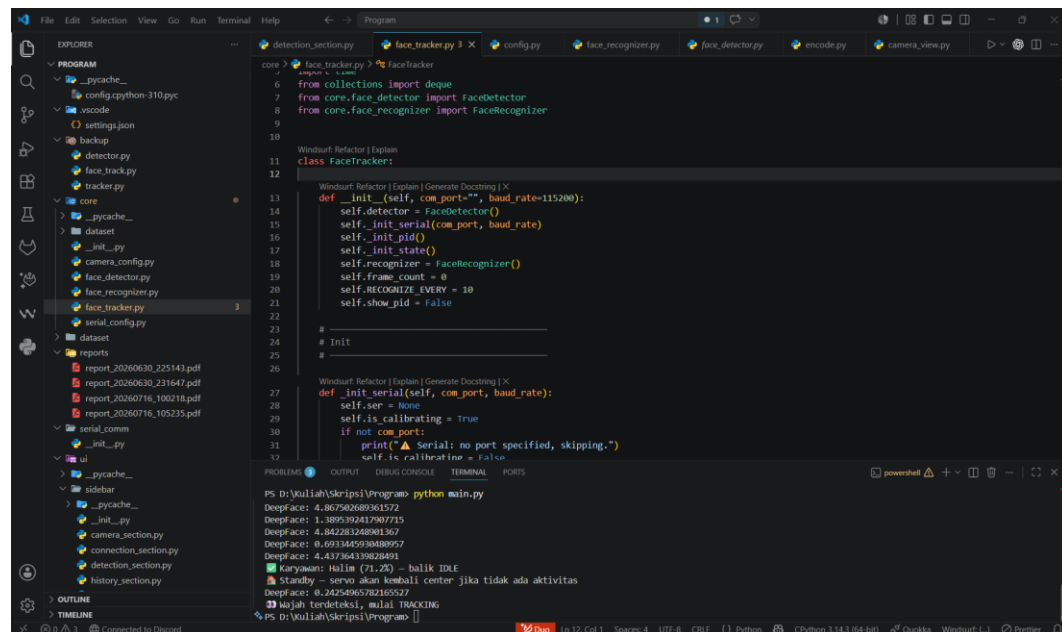
Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Dataset Wajah Karyawan



Lampiran 5 Dokumentasi Perakitan Perangkat Keras



Lampiran 6 Dokumentasi Proses Menulis Program



Lampiran 7 Dokumentasi Serah Terima Sistem



- ## 1. Organisasi Kesenian Karawitan

2. Karang Taruna RT Kec. Sukapura
2022-2025
3. Karang Taruna RW Kec. Sukapura
2023-2025

IV. PENGALAMAN KERJA

1. Wedding Organizer
Zahira Wedding Planner
2024-2025
2. Internship Software Developer
PT. Radar Telekomunikasi Indonesia
Mei 2025-Desember 2025
3. Junior Software Developer
PT. Radar Telekomunikasi Indonesia
Januari 2026 - Sekarang

Demikian daftar riwayat hidup ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bandung, 20 Juli 2026

Mukhlis Aburizal Khordowi