

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akan sistem autentikasi yang lebih aman, efisien, dan higienis menjadi semakin penting. Salah satu metode yang telah lama digunakan dalam keamanan biometrik adalah *palm-based biometric system*, di mana pengguna harus menyentuhkan telapak tangan mereka pada pemindai fisik. Namun, seiring meningkatnya perhatian terhadap higienitas dan kenyamanan pengguna, terjadi pergeseran ke arah teknologi *touchless*, yang memungkinkan proses verifikasi dilakukan tanpa kontak fisik langsung. Peralihan ini menjadi semakin relevan di tengah meningkatnya ancaman terhadap keamanan data, di mana lebih dari 80% pelanggaran keamanan berasal dari eksploitasi kredensial lemah seperti pencurian kata sandi, *phishing*, dan *brute force*, menurut *Verizon Data Breach Investigations Report 2023* [1]. Sistem biometrik *touchless* berbasis palmprint tidak hanya mengatasi kelemahan autentikasi tradisional, tetapi juga menjawab kebutuhan baru dalam desain sistem keamanan yang lebih adaptif, higienis, dan responsif.

Teknologi biometrik muncul sebagai alternatif yang lebih aman dan efisien. Biometrik mengandalkan karakteristik unik individu, seperti sidik jari, pengenalan wajah, iris mata, atau pola telapak tangan, untuk proses autentikasi. Teknologi ini tidak hanya lebih sulit untuk dipalsukan, tetapi juga memberikan kenyamanan karena pengguna tidak perlu mengingat kata sandi atau membawa perangkat tambahan.

Metode biometrik palmprint (pola telapak tangan) telah menarik perhatian sebagai salah satu metode yang menjanjikan. Palmprint memanfaatkan pola garis utama, garis kecil, dan tekstur pada telapak tangan yang bersifat unik untuk setiap individu. Keunggulan palmprint dibandingkan metode lain meliputi stabilitas fitur yang tidak berubah meskipun individu bertambah usia, luasnya area permukaan yang memberikan lebih banyak data, dan kemudahan akuisisi citra menggunakan kamera biasa [2]. Menurut penelitian sebelumnya, sistem berbasis palmprint memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan rata-rata *error rate* di bawah 1% dalam studi eksperimental [3].

Palmprint memiliki keunggulan, tantangan tetap ada, terutama dalam hal pengolahan data citra yang kompleks. Untuk mengatasi hal ini, pendekatan berbasis kecerdasan buatan, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), dapat digunakan. CNN, sebagai salah satu arsitektur *deep learning*, dirancang untuk mengenali pola visual secara otomatis melalui lapisan-lapisan konvolusi yang mengekstraksi fitur dari citra. CNN telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi pengenalan pola, termasuk pengenalan wajah, klasifikasi sidik jari, dan analisis tekstur [4]. kombinasi lapisan *pooling* dan konvolusi, CNN dapat memproses data dalam jumlah besar dengan waktu yang relatif singkat [5].

Raspberry Pimuncul sebagai perangkat keras yang ideal untuk mendukung implementasi sistem berbasis CNN. Dengan kapasitas komputasi yang terus meningkat, seperti model Raspberry Pi3 yang dilengkapi dengan RAM hingga 1 GB, Raspberry Pimemungkinkan pengolahan data citra yang lebih cepat dan efisien. Keunggulannya yang mencakup biaya rendah, ukuran kompak, serta kemudahan dalam integrasi dengan berbagai modul, seperti Raspberry PiCamera Module, menjadikannya pilihan yang sangat cocok untuk aplikasi pengenalan pola telapak tangan. Raspberry Pijuga mendukung berbagai pustaka perangkat lunak seperti OpenCV dan TensorFlow, yang sangat berguna dalam implementasi algoritma CNN pada sistem berbasis palmprint.

Penerapan CNN pada sistem berbasis palmprint dengan menggunakan Raspberry Pimenawarkan potensi besar untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi. Menurut studi yang dilakukan oleh Zhang et al., sistem berbasis palmprint dengan CNN mencapai tingkat akurasi hingga 98.5% pada *Dataset* umum [6]. Penelitian lain oleh Lu et al. menunjukkan bahwa model CNN dengan *preprocessing* data yang tepat mampu mengurangi *false positive rate* hingga 30% dibandingkan metode tradisional [7].

Dibandingkan metode biometrik lain seperti pengenalan wajah atau *iris* mata, studi tentang integrasi palmprint dengan CNN masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem verifikasi identitas berbasis palmprint menggunakan CNN. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi

yang aman, akurat, dan dapat diimplementasikan secara praktis dengan perangkat keras. Dengan demikian, penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan teknologi biometrik yang lebih inklusif dan efisien.

1.2. Penelitian Terkait

Penelitian terkait adalah suatu penegasan keaslian penelitian yang akan dilakukan dan menjelaskan perbandingan terhadap riset sebelumnya yang menjadi acuan dalam pembuatan tugas akhir ini. Dalam tahap ini, penelitian akan diuraikan secara singkat sebagai bentuk memperkuat alasan mengapa penelitian ini dilakukan. Tabel 1.1 adalah referensi jurnal penelitian sejenis yang dilakukan beberapa peneliti sebelumnya.

Tabel 1. 1 Referensi jurnal penelitian

| Nama Peneliti | Tahun | Judul Penelitian |
|-------------------------|--------------|--|
| Shivani Dhatkar et al. | 2023 | <i>Palmprint Database Collection system</i> |
| Xu Liang et al. | 2020 | <i>A Novel Multicamera System for high Speed Touchless Palm Recognition</i> |
| Chengrui Gao et al | 2025 | <i>Deep Learning in Palmprint Recognition-A Comprehensive Survey</i> |
| Lubab H. Albak et al. | 2021 | <i>Palmprint verification based deep learning.</i> |
| Nader Ebrahimpour et al | 2023 | <i>Palmprint Recognition Using Pre-Trained Convolutional Neural Networks</i> |

Berdasarkan Tabel 1.1, penelitian terkait pengenalan biometrik telapak tangan berbasis teknologi modern menunjukkan perkembangan signifikan dalam hal efisiensi, kecepatan, dan akurasi sistem. Paper [8] mengeksplorasi teknologi pengenalan sidik telapak tangan tanpa sentuhan menggunakan metode pemrosesan gambar berbasis sensor CCD. Sistem ini menekankan pada pentingnya peningkatan citra untuk meningkatkan akurasi ekstraksi fitur. Dengan fitur stabilitas tinggi dan kemudahan pengambilan data, teknologi ini menawarkan solusi ideal untuk aplikasi biometrik yang memerlukan kehandalan tinggi, seperti sistem keamanan publik dan pengelolaan identitas.

Paper [9] memperkenalkan sistem multisensor berbasis empat kamera untuk pengenalan telapak tangan tanpa sentuhan. Sistem ini menggabungkan pencitraan RGB, inframerah, dan kedalaman untuk mendapatkan data telapak tangan yang terintegrasi. Dengan menggunakan metode koreksi inklinasi dan pemetaan koordinat berbasis kedalaman, sistem ini mampu menghasilkan tingkat *error* sangat rendah, yaitu di bawah 0,47%. Solusi ini memberikan keunggulan dalam kecepatan, akurasi, dan ketahanan terhadap pengelabuan, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan autentikasi tanpa sentuhan, seperti pada sistem transportasi pintar atau fasilitas umum.

Paper [10] ini mengeksplorasi penggunaan jaringan saraf konvolusional (CNN) dalam verifikasi palmprint. Model yang diusulkan, *Palm Convolutional Neural Network* (PCNN), dilatih menggunakan *Dataset* gambar tangan PolyUC 3D/2D dan mencapai akurasi sebesar 97,67%. Penelitian ini menyoroti potensi deep learning dalam meningkatkan akurasi pengenalan palmprint, menjadikannya cocok untuk aplikasi keamanan dan manajemen identitas.

Paper [11] ini menyajikan tinjauan komprehensif mengenai penerapan deep learning (DL) pada sistem pengenalan telapak tangan (palmprint *recognition*). Studi ini menyoroti keterbatasan metode tradisional berbasis fitur buatan (*handcrafted features*) yang bergantung pada pengetahuan perancang dan kurang adaptif terhadap variasi pose, pencahayaan, serta kondisi akuisisi citra. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan berbasis Convolutional Neural Network (CNN)

dan arsitektur deep learning lainnya diperkenalkan sebagai solusi yang mampu melakukan ekstraksi fitur secara otomatis dan *end-to-end*. Paper ini membahas secara sistematis tahapan utama dalam sistem palmprint berbasis DL, meliputi akuisisi citra, *preprocessing* (terutama ekstraksi ROI), ekstraksi fitur, dan proses pencocokan, serta mengulas berbagai arsitektur CNN, Siamese Network, hingga model ringan (*lightweight networks*) untuk implementasi pada perangkat terbatas. Selain itu, penelitian ini juga menyoroti tantangan keamanan dan privasi, seperti *spoofing* dan serangan rekonstruksi, serta membahas peluang pengembangan sistem palmprint tanpa sentuhan (*touchless*) yang lebih higienis dan andal untuk aplikasi dunia nyata.

Paper [12] mengusulkan metode ekstraksi fitur tiga jenis (*texture, gradient, dan direction*) untuk pengenalan palmprint. Metode ini tidak memerlukan sampel pelatihan yang besar, sehingga cocok untuk aplikasi dengan data terbatas. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi fitur tekstur, gradien, dan arah dapat meningkatkan akurasi pengenalan palmprint secara signifikan.

Berdasarkan penelitian-penelitian ini, teknologi pengenalan biometrik telapak tangan telah mengalami transformasi yang signifikan, menuju sistem yang lebih cepat, lebih akurat, dan lebih fleksibel. Inovasi ini membuka peluang besar untuk diterapkan secara luas dalam berbagai sektor yang membutuhkan sistem autentikasi canggih dan andal. Tujuan.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan beberapa hal berikut:

4. Bagaimana rancang bangun Sistem Verifikasi berbasis *biometric* palmprint menggunakan CNN dan Raspberry Pi?
5. Bagaimana kinerja sistem Sistem Verifikasi berbasis *biometric* palmprint menggunakan CNN dan Raspberry Pi?

1.4. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem verifikasi identitas berbasis biometrik palmprint menggunakan metode CNN.
2. Menguji dan mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan akurasi klasifikasi citra palmprint, kecepatan waktu respons, serta kestabilan sistem selama proses verifikasi berjalan.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1 Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik mengenai perkembangan di bidang biometrik, serta menambah referensi di bidang penggunaan metode CNN dan implementasi perangkat raspberry pi dalam aplikasi verifikasi identitas.

2 Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi praktis bagi konsumen dalam melakukan verifikasi identitas secara cepat, aman, higienis dan efisien menggunakan autentifikasi biometrik berbasis Palmprint, sehingga meningkatkan pengalaman pengguna.

1.6. Batasan Masalah

Tujuan batasan masalah yaitu supaya menghindari adanya penyimpangan atau perluasan topik, agar penelitian lebih terarah dan mudah dibahas, sehingga dapat mencapai tujuan penelitian. Beberapa batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

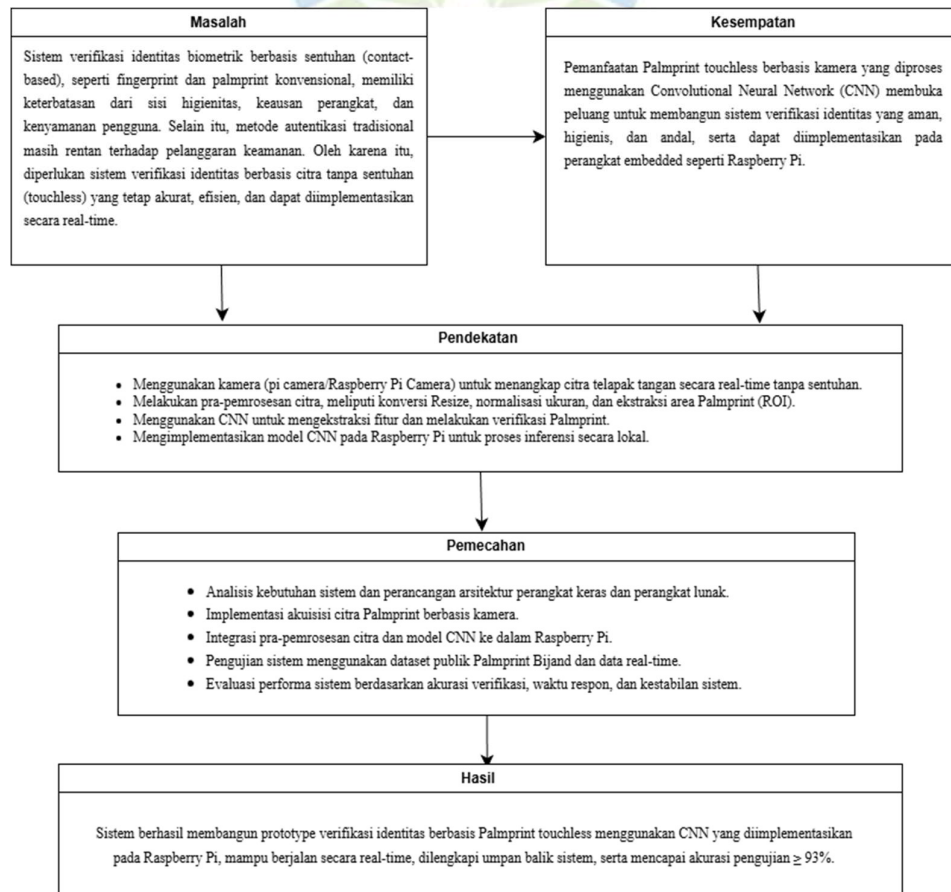
1. Penelitian hanya menggunakan data *citra* palmprint sebagai *input* sistem.
2. Metode yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk proses ekstraksi fitur dan klasifikasi.
3. Pengujian dilakukan dengan *Dataset* terbatas, yaitu *Dataset* Palmprint *Birjand* yang tersedia secara publik sebagai data acuan utama: Ditambah

dengan data citra palmprint yang diambil secara mandiri oleh peneliti, menggunakan kamera USB 2.0 pada Raspberry Pi dalam kondisi lingkungan yang terkontrol.

4. Citra diambil dalam kondisi pencahayaan yang dikendalikan, yaitu pada tingkat pencahayaan sekitar 300–500 lumen. Posisi tangan saat pengambilan gambar distandarisasi pada jarak ± 15 –20 cm dari kamera dan telapak tangan.

1.7. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir yaitu berisi alur pemikiran yang memuat uraian sistematis hasil perumusan masalah penelitian yang diperkirakan dapat diselesaikan melalui pendekatan yang dibutuhkan. Untuk mengatasi masalah tersebut, kerangka berpikir ini dapat dijabarkan pada gambar 1.2.



Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir

1.8. Sistematika penulisan

Sistematika penulisan merupakan suatu tahap penyusunan data dan penulisan dalam suatu laporan yang terdiri dari enam bab agar dapat menghasilkan penulisan yang baik, diantara-Nya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang, penelitian terkait, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini berisi tentang teori dasar yang digunakan dalam penelitian serta memberikan gambaran yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode dan tahapan-tahapan yang dilakukan ketika melakukan penelitian dan jadwal Rancang Bangun Prototipe Sistem Verifikasi Identitas Berbasis palmprint *Touchless* Menggunakan CNN Dan Raspberry Pi.

BAB IV PEMODELAN DAN SIMULASI SISTEM PROTEKSI

Pada bab ini berisi pemodelan dan implementasi sistem pengenalan palmprint, yang meliputi pemodelan berbasis CNN, penentuan area palmprint menggunakan MediaPipe, proses pelatihan dan verifikasi model, serta implementasi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan dalam sistem.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menyajikan hasil pengujian sistem pengenalan palmprint, meliputi hasil pelatihan model CNN yang ditampilkan dalam bentuk grafik akurasi dan *loss*, pengujian sistem berdasarkan variasi jarak dan kondisi telapak tangan, serta evaluasi performa sistem menggunakan parameter *False Acceptance Rate* (FAR), *False Rejection Rate* (FRR), dan akurasi. Hasil pengujian tersebut dianalisis dan dibahas untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang menjawab rumusan masalah, serta saran yang dapat dijadikan referensi dalam pengembangan sistem prote