



**Perbandingan Arsitektur CNN Untuk Identifikasi Biometrik Multimodal
Berdasarkan Gambar ECG dan Sidik Jari**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Strata-1 Ilmu Komputer**

Oleh

MUHAMMAD ABDHI PRIYATAMA

NIM 2111016110007

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

NOVEMBER 2025



**Perbandingan Arsitektur CNN Untuk Identifikasi Biometrik Multimodal
Berdasarkan Gambar ECG dan Sidik Jari**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Strata-1 Ilmu Komputer**

Oleh

MUHAMMAD ABDHI PRIYATAMA

NIM 2111016110007

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

NOVEMBER 2025

SKRIPSI

PERBANDINGAN ARSITEKTUR CNN UNTUK IDENTIFIKASI BIOMETRIK MULTIMODAL BERDASARKAN GAMBAR ECG DAN SIDIK JARI

Oleh:

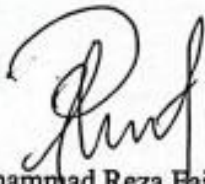
Muhammad Abdhi Priyatama

NIM. 2111016110007

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 25 November 2025.

Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



Mohammad Reza Faisal, S.Si., S.T., M.T Ph. D

NIP. 197612202008121001

Dosen Penguji I



Irwan Budiman, S.T., M.Kom

NIP. 197703252008121001

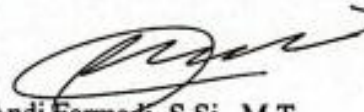
Pembimbing II



Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom., M.Eng

NIP. 198001122009121002

Dosen Penguji II



Andi Farmadi, S.Si., M.T

NIP. 197307252008011006

Banjarbaru, 27 November 2025

Koordinator Program Studi Ilmu Komputer



Andi Farmadi, S.Kom., M.Kom

NIP. 1987042120121220033

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam jurnal ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, 27 November 2025

Yang Menyatakan



Muhammad Abdhi Priyatama

ABSTRAK

PERBANDINGAN ARSITEKTUR CNN UNTUK IDENTIFIKASI BIOMETRIK MULTIMODAL BERDASARKAN GAMBAR ECG DAN SIDIK JARI

(Oleh : Muhammad Abdhi Priyatama; Pembimbing: Mohammad Reza Faisal, S.Si., S.T., M.T Ph. D dan Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom., M.Eng; 2025; halaman)

Metode otentikasi tradisional seperti PIN dan kata sandi masih rentan terhadap pencurian dan peretasan, sehingga menuntut adanya alternatif yang lebih aman. Pendekatan biometrik mengatasi kelemahan tersebut, namun sistem unimodal seperti sidik jari atau pengenalan wajah masih rawan terhadap serangan peniruan (spoofing) dan gangguan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan biometrik melalui kerangka kerja multimodal yang mengintegrasikan sinyal elektrokardiogram (EKG) dan citra sidik jari. Fitur sidik jari diekstraksi menggunakan tiga jaringan konvolusional dalam—VGG16, ResNet50, dan DenseNet121—sementara sinyal EKG disegmentasi di sekitar puncak R pertama untuk menghasilkan vektor fitur dengan dimensi yang beragam. Kedua modalitas tersebut difusi pada level fitur menggunakan fusi awal (early fusion) dan diklasifikasikan dengan empat algoritma pembelajaran mendalam: Multilayer Perceptron (MLP), Long Short-Term Memory (LSTM), Graph Convolutional Network (GCN), dan Graph Attention Network (GAT). Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kombinasi VGG16 + LSTM dan ResNet50 + LSTM mencapai akurasi identifikasi tertinggi sebesar 98,75 %, sementara DenseNet121 + MLP memberikan kinerja yang sebanding. MLP dan LSTM secara konsisten mengungguli GCN dan GAT, memvalidasi kesesuaian model sekuensial dan feed-forward untuk penanaman fitur yang telah difusi (fused feature embeddings). Dengan menggunakan segmentasi EKG berbasis puncak R dan fitur sidik jari berbasis CNN, sistem yang diusulkan ini secara signifikan meningkatkan stabilitas dan kekokohan klasifikasi. Desain biometrik multimodal ini memperkuat perlindungan terhadap peniruan dan pemalsuan identitas, menyediakan solusi otentikasi yang terukur dan aman untuk aplikasi keamanan tinggi seperti pembayaran digital, layanan kesehatan, dan perangkat IoT.

Kata Kunci : *deep learning, ECG, feature extraction, fingerprint, multimodal biometric, early fusion.*

ABSTRACT

EARLY FUSION OF CNN FEATURES FOR MULTIMODAL BIOMETRIC AUTHENTICATION FROM ECG AND FINGERPRINT USING MLP, LSTM, GCN, AND GAT

(Oleh : Muhammad Abdhi Priyatama; Pembimbing: Mohammad Reza Faisal, S.Si., S.T., M.T Ph. D dan Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom., M.Eng; 2025; halaman)

Traditional authentication methods such as PINs and passwords remain vulnerable to theft and hacking, demanding more secure alternatives. Biometric approaches address these weaknesses, yet unimodal systems like fingerprints or facial recognition are still prone to spoofing and environmental disturbances. This study aims to enhance biometric reliability through a multimodal framework integrating electrocardiogram (ECG) signals and fingerprint images. Fingerprint features were extracted using three deep convolutional networks—VGG16, ResNet50, and DenseNet121—while ECG signals were segmented around the first R-peak to produce feature vectors of varying dimensions. Both modalities were fused at the feature level using early fusion and classified with four deep learning algorithms: Multilayer Perceptron (MLP), Long Short-Term Memory (LSTM), Graph Convolutional Network (GCN), and Graph Attention Network (GAT). Experimental results demonstrated that the combination of VGG16 + LSTM and ResNet50 + LSTM achieved the highest identification accuracy of 98.75 %, while DenseNet121 + MLP yielded comparable performance. MLP and LSTM consistently outperformed GCN and GAT, confirming the suitability of sequential and feed-forward models for fused feature embeddings. By employing R-peak-based ECG segmentation and CNN-driven fingerprint features, the proposed system significantly improves classification stability and robustness. This multimodal biometric design strengthens protection against spoofing and impersonation, providing a scalable and secure authentication solution for high-security applications such as digital payments, healthcare, and IoT devices.

Keywords : *deep learning, ECG, feature extraction, fingerprint, multimodal biometric, early fusion.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke Tuhan kita Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan jurnal yang berjudul “Perbandingan Arsitektur CNN untuk Identifikasi Biometrik Multimodal Berdasarkan Gambar ECG dan Sidik Jari” untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan program S1 Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat.

Pada lembar ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang sangat mendukung penulis dalam pembuatan dan penyusunan jurnal ini, adapun yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kemudahan dalam menyelesaikan jurnal ini.
2. Kepada diri sendiri atas tekad dan semangat yang terus terjaga meskipun menghadapi berbagai tantangan dan hambatan dalam penyusunan jurnal ini.
3. Kedua orang tua saya, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang.
4. Keluarga besar yang selalu memberikan bantuan, semangat, doa dan dukungan dalam proses penyelesaian jurnal ini.
5. Bapak Mohammad Reza Faisal, S.Si, S.T, M.T, Ph.D. selaku dosen pembimbing utama yang turut serta membantu dan meluangkan waktu demi kelancaran dalam penyelesaian jurnal ini.
6. Bapak Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom, M.Eng. selaku dosen pembimbing pendamping yang turut serta membantu dan meluangkan waktu demi kelancaran dalam penyelesaian jurnal ini.
7. Ibu Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM, atas bantuan dan izin beliau jurnal ini dapat diselesaikan.
8. Seluruh Dosen dan staff Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama ini yang sangat bermanfaat.
9. Terima kasih kepada teman-teman yang tergabung di dalam group orang-orang senang, yang telah memberikan semangat serta kehangatan dan canda tawa dalam proses penyusunan jurnal ini.
10. Teman-teman Ryzen²¹ serta sahabat-sahabat keluarga Ilmu Komputer yang telah memberikan dukungan, bantuan dan doa selama proses penyusunan jurnal ini.

11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah berkontribusi dalam membantu penyelesaian jurnal ini.

Akhir kata penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan ini jauh dari sempurna. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan memberikan manfaat bagi para pembaca, serta mendapat keridhaan Allah SWT.

Banjarbaru, 27 November 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Abdhi' with a stylized flourish at the end.

Muhammad Abdhi Priyatama