



**EVALUASI KINERJA VERIFIKASI MTCNN-FACENET DAN
SKALABILITAS PGVECTOR PADA SISTEM PRESENSI
KARYAWAN**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**AGIL DWIKI YUDISTIRA
41522110068**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA**

2026



**EVALUASI KINERJA VERIFIKASI MTCNN-FACENET DAN
SKALABILITAS PGVECTOR PADA SISTEM PRESENSI KARYAWAN**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Halaman Sampul

**AGIL DWIKI YUDISTIRA
41522110068**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agil Dwiki Yudistira
NIM : 41522110068
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Proposal Penelitian : Evaluasi Kinerja Verifikasi MTCNN-FaceNet
dan Skalabilitas pgvector pada Sistem Presensi
Karyawan

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

"Evaluasi Kinerja Verifikasi MTCNN-FaceNet dan Skalabilitas pgvector pada Sistem Presensi Karyawan" adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 10 Agustus 2026



Agil Dwiki Yudistira

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK
/SIMILARITY CHECK STATEMENT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh
The undersigned, hereby declare that the scientific work written by

Nama /Name : Agil Dwiki Yudistira
NIM /Student ID Number : 41522110068
Program Studi /Study Program : Teknik Informatika

Dengan Judul Tugas Akhir
/The title:

**“EVALUASI KINERJA VERIFIKASI MTCNN-FACENET DAN SKALABILITAS
PGVECTOR PADA SISTEM PRESENSI KARYAWAN”**

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal:
/Similarity checks have been carried out with the Turnitin system on the date:

24 Juli 2026

dengan nilai persentase sebesar :
with a percentage value of:

3%

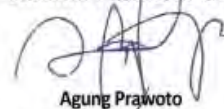
dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan berlaku di **Fakultas Ilmu Komputer**
Universitas Mercu Buana. *Declared to meet standards in accordance with applicable
regulations at the Faculty of Computer Science, Universitas Mercu Buana.*

File hasil cek similarity turnitin:
/Turnitin similarity report file:

https://drive.google.com/file/d/1JdrbOpXldH9985Ojx0IujN6BxcCkpt3m/view?usp=drive_link



Jakarta, 24 Juli 2026
Admin Turnitin Fasilkom UMB



Agung Prawoto, S.Kom., B.Sc
NIK : 322970503

HALAMAN PENGESAHAN

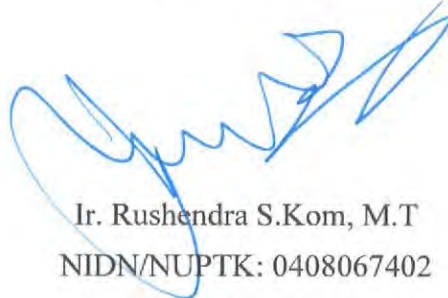
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Agil Dwiki Yudistira
NIM : 41522110068
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir : Evaluasi Kinerja Verifikasi MTCNN-FaceNet dan Skalabilitas pgvector pada Sistem Presensi Karyawan

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 10 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Ir. Rushendra S.Kom, M.T
NIDN/NUPTK: 0408067402

Jakarta, 10 Agustus 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer

Ketua Program Studi
Teknik Informatika



Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI
NIDN/NUPTK: 0320037002



Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN/NUPTK: 0225067701

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, atas segala rahmat dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang merupakan salah satu persyaratan kelulusan Program Studi Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari sempurna, karena kesempurnaan sejatinya hanya milik Tuhan yang Maha Esa. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun senantiasa penulis terima dengan senang hati. Serta berkat dukungan, motivasi, bantuan, bimbingan, dan doa dari banyak pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Prof. Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., M.T.I., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Ir. Rushendra S.Kom, M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga selama pembuatan proposal penelitian ini terjadwal dengan baik.
4. Kedua Orang Tua saya yang selalu mensupport dan mendukung saya selama menjalani masa studi sebagai mahasiswa Universitas Mercubuana..
5. Semua teman kuliah yang selalu berbagi informasi dan memberikan dukungan dalam bentuk yang berbeda-beda.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat, hidayah, serta panjang umur kepada kita semua, aamiin. Terima Kasih.

Jakarta, 10 Agustus 2026



Agil Dwiki Yudistira

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agil Dwiki Yudistira
NIM : 41522110068
Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer/Teknik Informatika
Evaluasi Kinerja Verifikasi MTCNN-FaceNet
Judul Laporan Skripsi : dan Skalabilitas pgvector pada Sistem Presensi
Karyawan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 10 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Agil Dwiki Yudistira

EVALUASI KINERJA VERIFIKASI MTCNN-FACENET DAN SKALABILITAS PGVECTOR PADA SISTEM PRESENSI KARYAWAN

AGIL DWIKI YUDISTIRA

ABSTRAK

Sistem presensi karyawan berbasis pengenalan wajah semakin banyak diadopsi, namun mayoritas penelitian mengevaluasi kinerjanya hanya melalui satu angka akurasi identifikasi closed-set. Metrik tersebut mengukur "siapa yang paling mirip" dengan mengasumsikan setiap masukan berasal dari subjek terdaftar, sehingga tidak menguji kemampuan sistem menolak penerimaan keliru — dimensi keamanan yang justru menjadi inti presensi yang bekerja dalam mode verifikasi. Penelitian ini bertujuan mendemonstrasikan secara empiris pentingnya evaluasi verifikasi biometrik formal pada pipeline MTCNN–FaceNet menggunakan metrik False Acceptance Rate (FAR), False Rejection Rate (FRR), Equal Error Rate (EER), dan AUC/ROC sesuai kerangka ISO/IEC 19795-1, serta memvalidasi kelayakan skalabilitas pencarian embedding pada PostgreSQL/pgvector sebagai pilar pendukung. Evaluasi dilakukan pada dataset internal 16 subjek dengan studi ablasi empat varian prapemrosesan, divalidasi silang pada dataset publik Labeled Faces in the Wild (LFW), sementara skalabilitas diuji dengan membandingkan indeks Exact, IVFFlat, dan HNSW pada skala 1.000 hingga 1.000.000 vektor. Hasil menunjukkan bahwa pada dataset dan pipeline yang identik, akurasi identifikasi 97,56% tidak mencerminkan kinerja verifikasi (EER 4,58%; FRR 10,82% pada FAR = 1%) — menegaskan bahwa akurasi identifikasi saja tidak memadai sebagai ukuran kelayakan operasional sistem presensi. Melalui optimasi prapemrosesan (alignment dua titik), EER menurun menjadi 4,58% dengan AUC 0,9934; perbaikan AUC ini signifikan secara statistik pada tingkat pasangan (uji DeLong, $p < 0,001$), sedangkan perbaikan pada EER bersifat kecenderungan mengingat selang kepercayaan tingkat-subjek yang beririsan pada dataset 16 subjek, dan tervalidasi silang pada LFW (EER 5,37%). Perlu ditegaskan bahwa FAR di sini mengukur risiko penerimaan keliru non-adversarial; ketahanan terhadap serangan presentasi memerlukan deteksi kehidupan dan berada di luar cakupan. Validasi infrastruktur menunjukkan indeks HNSW mempertahankan pencarian di bawah 5 ms dengan recall sempurna hingga 100.000 identitas, sekitar 37 kali lebih cepat daripada pencarian Exact. Penelitian ini menyimpulkan bahwa evaluasi verifikasi formal wajib melengkapi akurasi identifikasi, dan arsitektur MTCNN–FaceNet dengan penyimpanan pgvector merupakan konfigurasi yang layak — akurat sekaligus skalabel — untuk sistem presensi karyawan.

Kata kunci: pengenalan wajah, verifikasi biometrik, Equal Error Rate, MTCNN–FaceNet, pgvector, HNSW

PERFORMANCE EVALUATION OF MTCNN-FACENET VERIFICATION AND PGVECTOR SCALABILITY IN AN EMPLOYEE ATTENDANCE SYSTEM

AGIL DWIKI YUDISTIRA

ABSTRACT

Face-recognition-based employee attendance systems are increasingly adopted, yet most studies evaluate their performance using only a single closed-set identification accuracy figure. That metric measures "who is most similar" while assuming every input comes from an enrolled subject, and therefore never tests the system's ability to reject false acceptances — the security dimension that is central to attendance, which operates in a verification mode. This study aims to empirically demonstrate the importance of formal biometric verification evaluation of an MTCNN–FaceNet pipeline using False Acceptance Rate (FAR), False Rejection Rate (FRR), Equal Error Rate (EER), and AUC/ROC metrics under the ISO/IEC 19795-1 framework, and to validate the scalability feasibility of embedding search on PostgreSQL/pgvector as a supporting pillar. The evaluation was conducted on an internal dataset of 16 subjects with an ablation study of four preprocessing variants, cross-validated on the public Labeled Faces in the Wild (LFW) dataset, while scalability was tested by comparing Exact, IVFFlat, and HNSW indexes at scales from 1,000 to 1,000,000 vectors. The results show that, on an identical dataset and pipeline, a 97.56% identification accuracy does not reflect verification performance (EER 4.58%; FRR 10.82% at FAR = 1%) — underscoring that identification accuracy alone is inadequate as a measure of attendance-system operational feasibility. Through preprocessing optimization (two-point alignment), the EER decreased to 4.58% with an AUC of 0.9934; this AUC improvement is statistically significant at the pair level (DeLong test, $p < 0.001$), whereas the EER improvement is a tendency given the overlapping subject-level confidence intervals on the 16-subject dataset, and was cross-validated on LFW (EER 5.37%). We note that FAR here measures the risk of non-adversarial false acceptance; robustness against presentation attacks requires liveness detection and is beyond this scope. Infrastructure validation shows that the HNSW index maintains sub-5 ms search with perfect recall up to 100,000 identities, roughly 37 times faster than Exact search. This study concludes that formal verification evaluation must complement identification accuracy, and that the MTCNN–FaceNet architecture with pgvector storage is a feasible configuration — accurate yet scalable — for employee attendance systems.

Keywords: face recognition, biometric verification, Equal Error Rate, MTCNN–FaceNet, pgvector, HNSW

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Penelitian Terdahulu	8
2.2. Teori Pendukung.....	12
2.2.1. Paradigma Pengenalan Wajah: Verifikasi versus Identifikasi.....	13
2.2.2. Pipeline Deteksi, Alignment, dan Embedding Wajah	14
2.2.3. Metrik Evaluasi Biometrik: FAR, FRR, EER, dan ROC	18

2.2.4. Pengaruh Alignment dan Preprocessing terhadap Performa Verifikasi	22
2.2.5. Ketidakpastian Pengukuran Biometrik pada Dataset Kecil.....	24
2.2.6. Heterogenitas Kegagalan Per Individu.....	25
2.2.7. Konteks Biometrik Wajah di Indonesia	26
2.2.8. Basis Data Vektor untuk Penyimpanan dan Pencarian Embedding.....	27
2.2.9. Indeks ANN: HNSW, IVFFlat, dan Trade-off Recall-Latensi.....	28
2.2.10. Dimensionalitas Tinggi, Curse of Dimensionality, dan Skalabilitas	31
2.2.11. Keterkaitan FAR dan Skala Populasi.....	32
2.2.12. Benchmarking Biometrik: Validasi dengan Dataset Standar.....	34
2.3. Gap Penelitian	34
2.4. Posisi Penelitian	36
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Rancangan Penelitian.....	38
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	42
3.3.1. Perangkat Lunak.....	42
3.3.2. Perangkat Keras.....	43
3.3.3. Skema Basis Data Produksi.....	43
3.4 Dataset Penelitian.....	44
3.4.1. Dataset Internal.....	44
3.4.2. Dataset Validasi Eksternal (LFW)	45
3.5 Protokol Evaluasi Biometrik.....	45
3.5.1 Protokol Verifikasi (Metrik Utama)	45
3.5.2 Protokol Identifikasi Rank-1 (Pembanding Metodologis)	48
3.5.3 Protokol Failure To Acquire (FTA)	49
3.6 Studi Ablasi Prapemrosesan.....	50
3.7 Setup Benchmark pgvector	52
3.7.1 Konfigurasi Basis Data dan Indeks	52
3.7.2 Skala dan Data Sintetis Terkalibrasi	53
3.7.3 Metrik dan Prosedur Pengukuran	54
3.8 Alur Penelitian	55

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1. Akurasi Identifikasi Closed-Set	58
4.2. Evaluasi Verifikasi Biometrik.....	59
4.2.1 Kontras Identifikasi versus Verifikasi	60
4.2.2 Signifikansi Statistik Perbaikan.....	62
4.3. Studi Ablasi Prapemrosesan.....	64
4.4. Validasi Eksternal pada LFW	68
4.4.1 Posisi terhadap Literatur.....	70
4.4.2 Ambang Batas Tidak Bersifat Universal	70
4.4.3 Confound Estimator Geometri	70
4.5. Analisis Kegagalan Akuisisi (FTA).....	71
4.6. Analisis Kegagalan Per Subjek.....	73
4.7. Validasi Skalabilitas Pencarian Embedding pada pgvector	76
4.7.1 Latensi Exact Meledak, HNSW Tetap Responsif	76
4.7.2 Degradasi Recall pada Skala Sangat Besar	78
4.7.3 Validasi pada Geometri Embedding Wajah Nyata.....	79
4.7.4 Konteks Waktu Respons Sistem dan Beban Konkuren.....	81
4.8. Implikasi Teoretis	82
4.9. Rangkuman Temuan dan Rekomendasi Konfigurasi.....	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	90
5.2.1 Saran untuk Penelitian Selanjutnya	90
5.2.2 Saran untuk Implementasi Praktis	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terkait	8
Tabel 2 Perangkat Lunak	42
Tabel 3 Skema Basis Data	43
Tabel 4 Karakteristik dataset internal	44
Tabel 5 Empat varian prapemrosesan pada studi ablasi	50
Tabel 6 Parameter eksperimen evaluasi biometrik	51
Tabel 7 Strategi pengindeksan yang dibandingkan.....	53
Tabel 8 Akurasi identifikasi rank-1 pada dataset internal.....	58
Tabel 9 Hasil evaluasi verifikasi pada dataset internal	59
Tabel 10 Selang kepercayaan EER dan AUC pada dua tingkat resampling.....	63
Tabel 11 Uji Delong AUC varian kompleks terhadap improved (acuan).....	66
Tabel 12 Hasil evaluasi pada LFW	69
Tabel 13 Failure To Acquire per subjek dan taksonomi mode kegagalan deteksi	71
Tabel 14 Kontribusi galat per subjek pada konfigurasi improved	73
Tabel 15 Ringkasan benchmark pgvector.....	76
Tabel 16 Benchmark pada geometri embedding wajah nyata	79
Tabel 17 Rangkuman temuan dan rekomendasi konfigurasi	84

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram alur pipeline MTCNN-FaceNet.....	39
Gambar 2 Diagram alur penelitian dari pengumpulan dataset hingga sintesis	56
Gambar 3 FAR dan FRR terhadap ambang batas pada konfigurasi improved.....	60
Gambar 4 Kontras akurasi identifikasi rank-1 versus EER verifikasi	61
Gambar 5 Selang kepercayaan 95% EER dan AUC pada dua tingkat resampling63	
Gambar 6 Selisih AUC Improved terhadap tiap varian pembandingan	66
Gambar 7 Kurva ROC keempat varian prapemrosesan pada dataset internal	68
Gambar 8 Perbandingan EER dan AUC keempat varian	68
Gambar 9 Distribusi skor pada dataset internal dan LFW	69
Gambar 10 FTA per subjek pada dataset internal.....	72
Gambar 11 Rata-rata similarity genuine per subjek (konfigurasi improved)	75
Gambar 12 Latensi pencarian p95 terhadap skala basis data (skala log-log)	77
Gambar 13 Recall@1 terhadap skala basis data	78
Gambar 14 Trade-off recall vs latensi pada skala 100.000 dan 1.000.000	79
Gambar 15 Perbandingan latensi p95 dan verifikasi kalibrasi.....	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kartu Asistensi	98
Lampiran 2 Curriculum Vitae	99
Lampiran 3 Surat Pernyataan & Pengalihan HAKI	100
Lampiran 4 Sertifikat BNSP	102

