



PALMPRINT

PROJECT

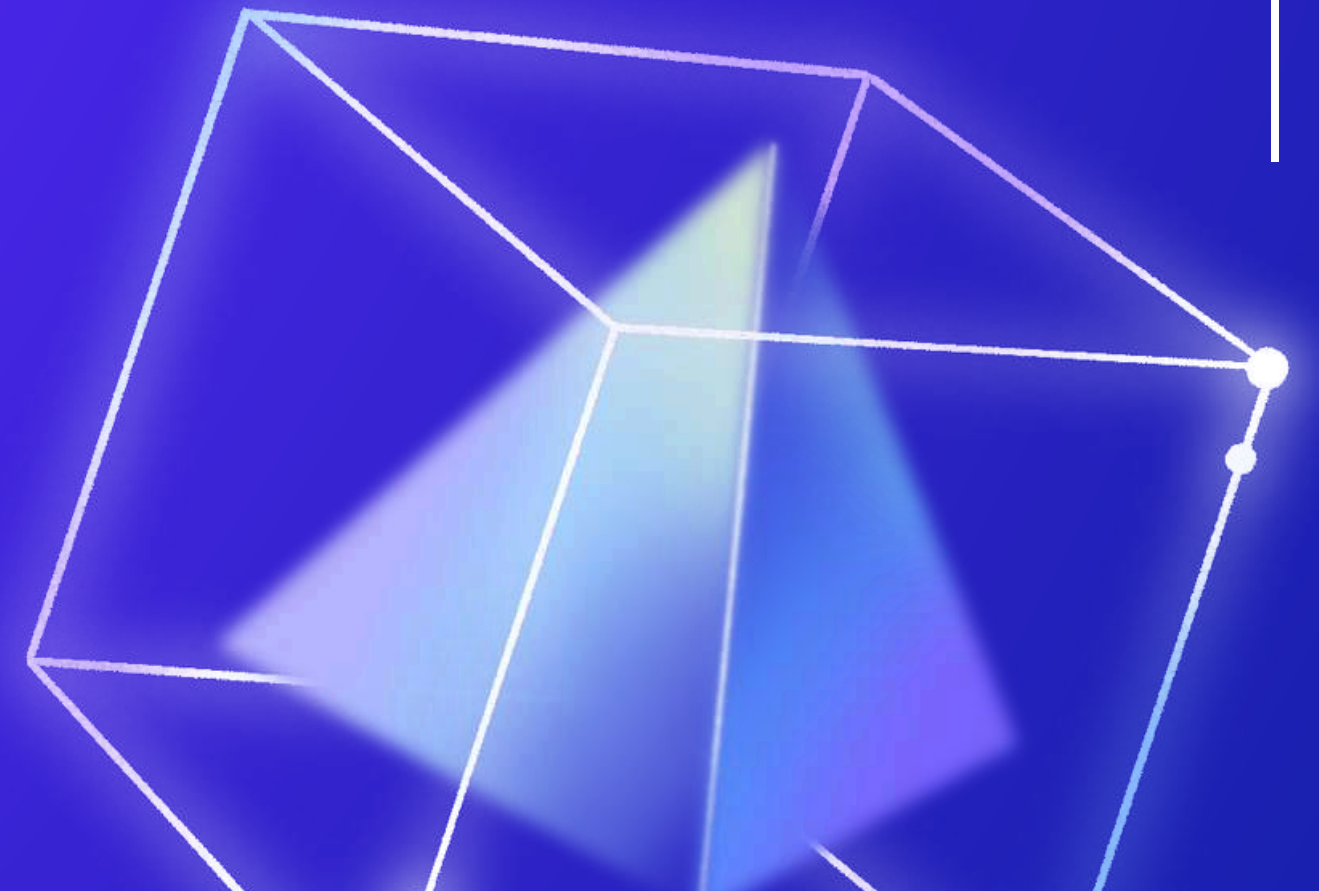
Kelompok 6 – Financial Technology

M Daffa Ma'arif (2305771) Ismail Fatih Raihan (2307840)



TABLE OF CONTENTS

• Pengenalan	01
• Alur Kerja	02
• Eksperimen 1	03
• Eksperimen 2	04
• Eksperimen 3	05
• Perbandingan	06
• Pembelajaran	07

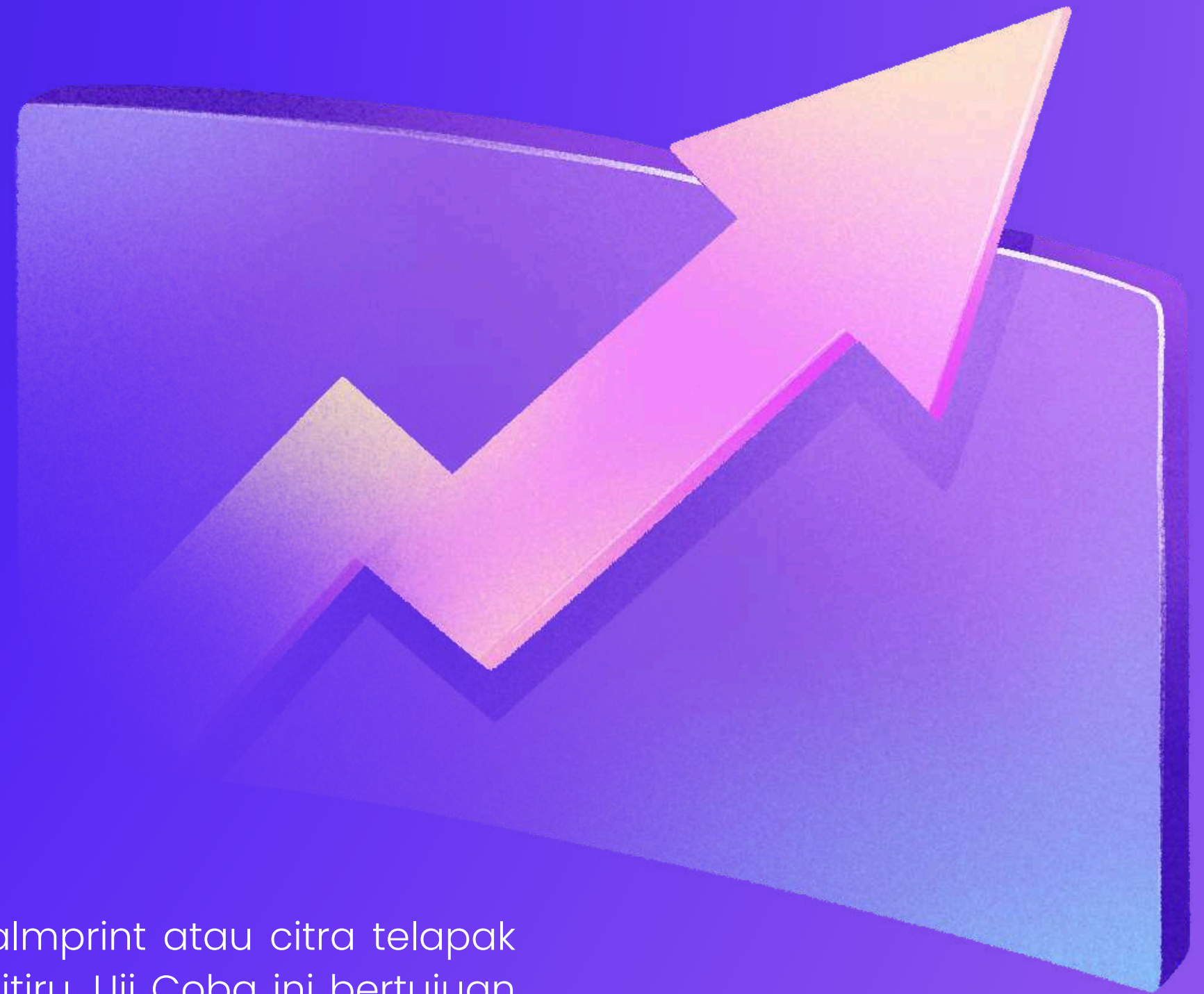


PENGENALAN

Sistem keamanan tradisional seperti password dan kartu masih memiliki kelemahan, misalnya mudah dicuri atau disalahgunakan. Teknologi biometrik hadir sebagai solusi yang lebih aman karena memanfaatkan ciri fisiologis manusia yang unik dan sulit dipalsukan.

Palm Print

Salah satu metode biometrik yang potensial adalah palmprint atau citra telapak tangan, yang memiliki area luas, pola khas, serta sulit ditiru. Uji Coba ini bertujuan membangun dan membandingkan tiga pendekatan model deep learning untuk verifikasi palmprint, sehingga dapat diketahui metode yang paling efektif dalam meningkatkan akurasi dan keandalan sistem verifikasi biometrik.



ALUR KERJA PROYEK

Pengumpulan &
penataan data.



Model Klasifikasi.



Model Verifikasi dari
Classifier.



Model Verifikasi
dengan Triplet Loss.



Perbandingan
performa ketiga
model.



Segmentasi untuk
peningkatan akurasi.

PENGUMPULAN & PENATAAN DATA

<https://www.kaggle.com/datasets/mahdieizadpanah/birjand-university-mobile-palmprint-databasebmpd>

didapat dari kaggle, data berisi 1640 gambar pada 41 folder dengan ID unik, tiap folder berisi 40 file foto tangan subjek, 20 tangan kiri (L), dan 20 tangan kanan (R).

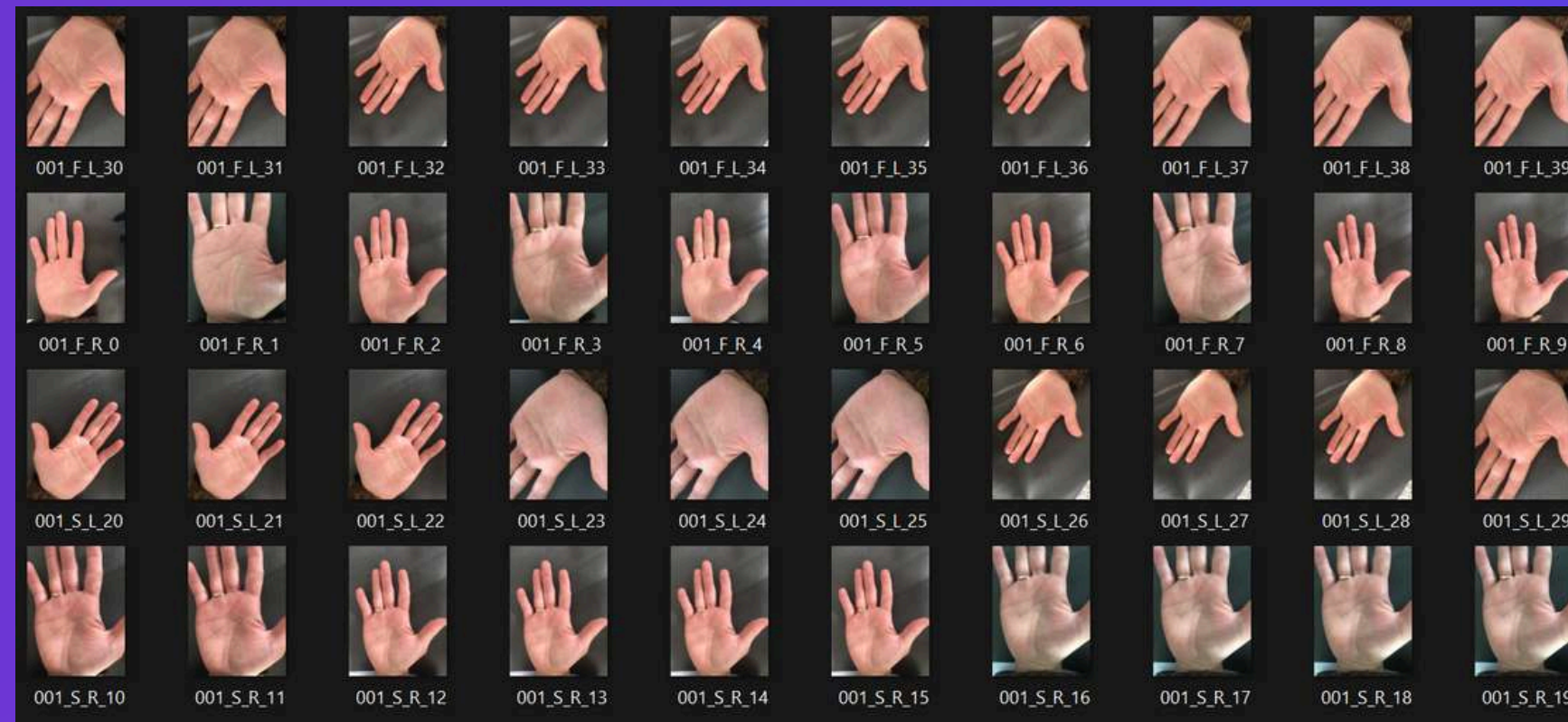
diambil pada 2 sesi yang berbeda, First (F) dan Second (S) yang diambil 2 minggu setelahnya.

***kami juga menambahkan 1 folder tambahan berisi foto telapak tangan salah satu anggota kami yang diambil manual**

Izadpanahkakhk M, Razavi SM, Taghipour-Gorjikotaie M, Zahiri SH, Uncini A. Novel mobile palmprint databases for biometric authentication. International Journal of Grid and Utility Computing. 2019;10(5):465-74.

PENGUMPULAN & PENATAAN DATA

contoh isi folder id 001



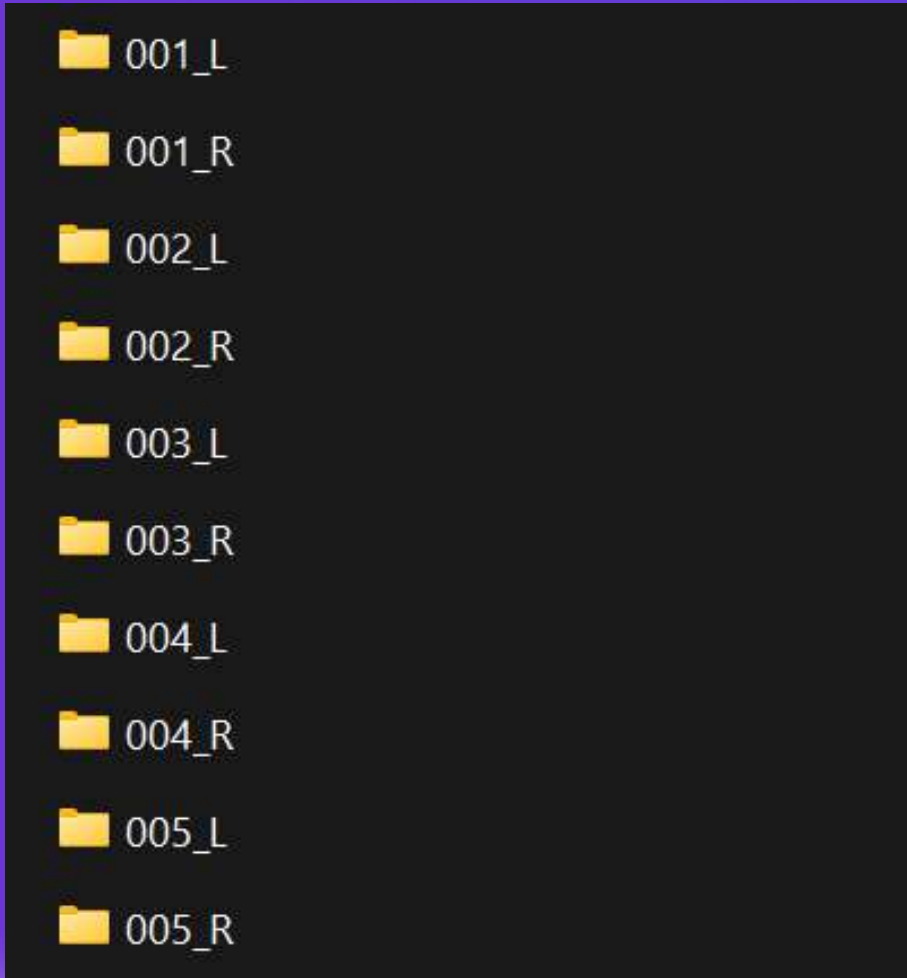
format penamaan
(id)_(sesi)_(L/R)_(no)

001_F_R_0

id 1, sesi pertama (first),
tangan kanan

PENGUMPULAN & PENATAAN DATA

setiap ID dipisah menjadi 2 kelas yang berbeda (Left dan Right), lalu di-split untuk training dan validasi dengan perbandingan 8:2



A screenshot of a file explorer window with a black background. It displays a list of folders, each represented by a yellow folder icon followed by its name. The folders are organized by ID and side: 001_L, 001_R, 002_L, 002_R, 003_L, 003_R, 004_L, 004_R, 005_L, and 005_R.

- 001_L
- 001_R
- 002_L
- 002_R
- 003_L
- 003_R
- 004_L
- 004_R
- 005_L
- 005_R



A screenshot of a file explorer window with a black background. It displays two folders, each represented by a yellow folder icon followed by its name. The folders are labeled 'training' and 'validation'.

- training
- validation

EKSPERIMEN 1 - MODEL KLASIFIKASI

Tujuan

Mengidentifikasi ID_XXX dari N orang yang ada.

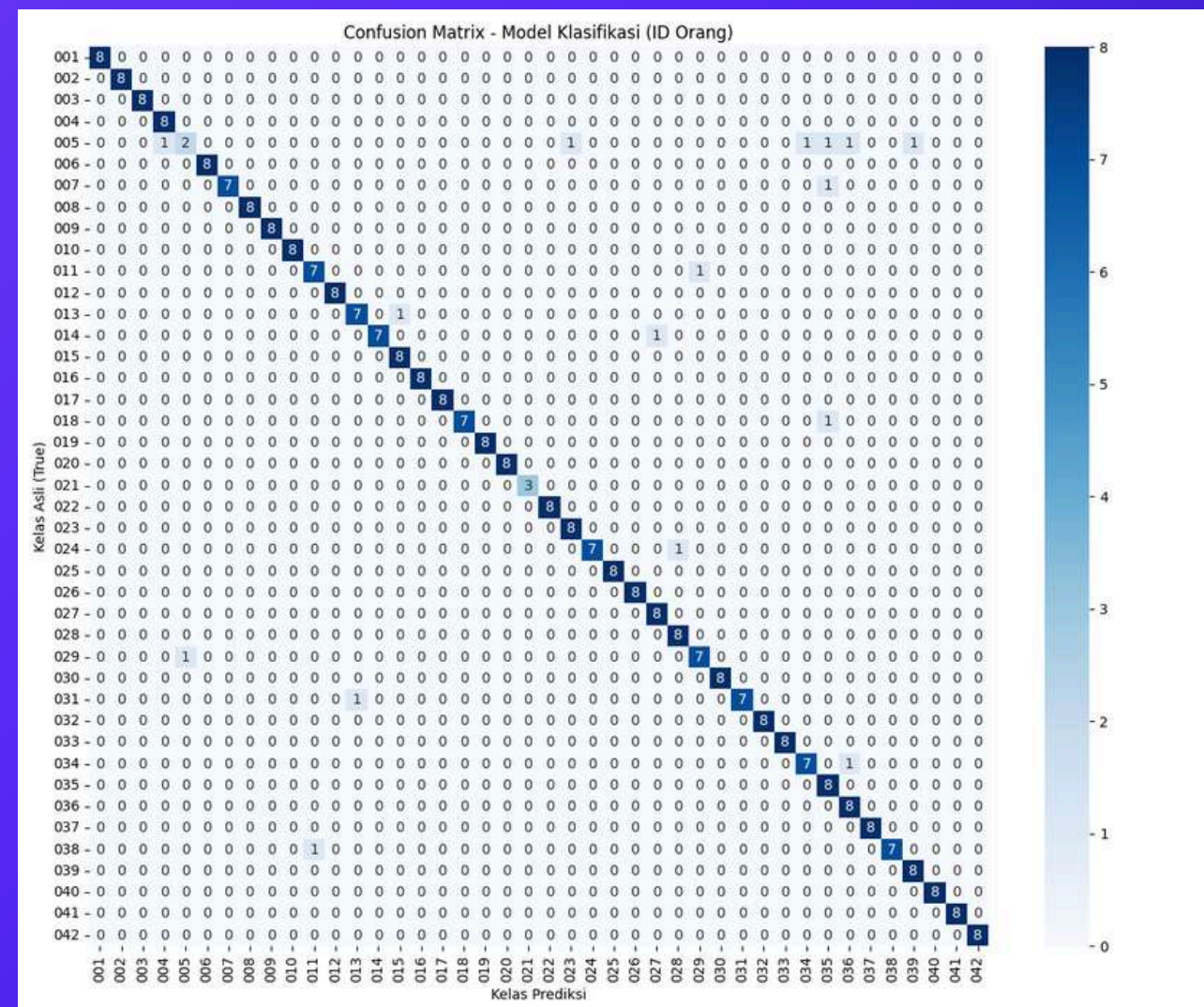
Arsitektur

CNN (MobileNetV2) + Softmax

Menghasilkan probabilitas untuk setiap ID & memilih yang tertinggi.

Hasil

Akurasi **95.17%** pada data uji.



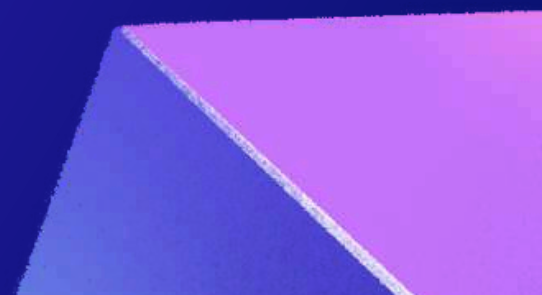
Kelemahan

Tidak Skalabel. Harus training ulang jika ada pengguna baru.

jika ID yang tidak terdaftar dipakai untuk prediksi,
bagaimana hasilnya?

```
=== Hasil Prediksi ===  
Gambar yang diuji: ../data/test_unverified/IMG_20250919_164209_345.jpg  
Kelas yang diprediksi: ID 018_R  
Tingkat Keyakinan (Confidence): 97.85%  
  
Top 3 Prediksi:  
- ID 018_R: 97.85%  
- ID 042_L: 1.31%  
- ID 024_R: 0.42%
```

hasil prediksi dengan kelas lain dengan tingkat confidence tinggi.



EKSPERIMEN 2 - VERIFIKASI BERBASIS JARAK

Tujuan

Memverifikasi identitas (Ya/Tidak) secara fleksibel.

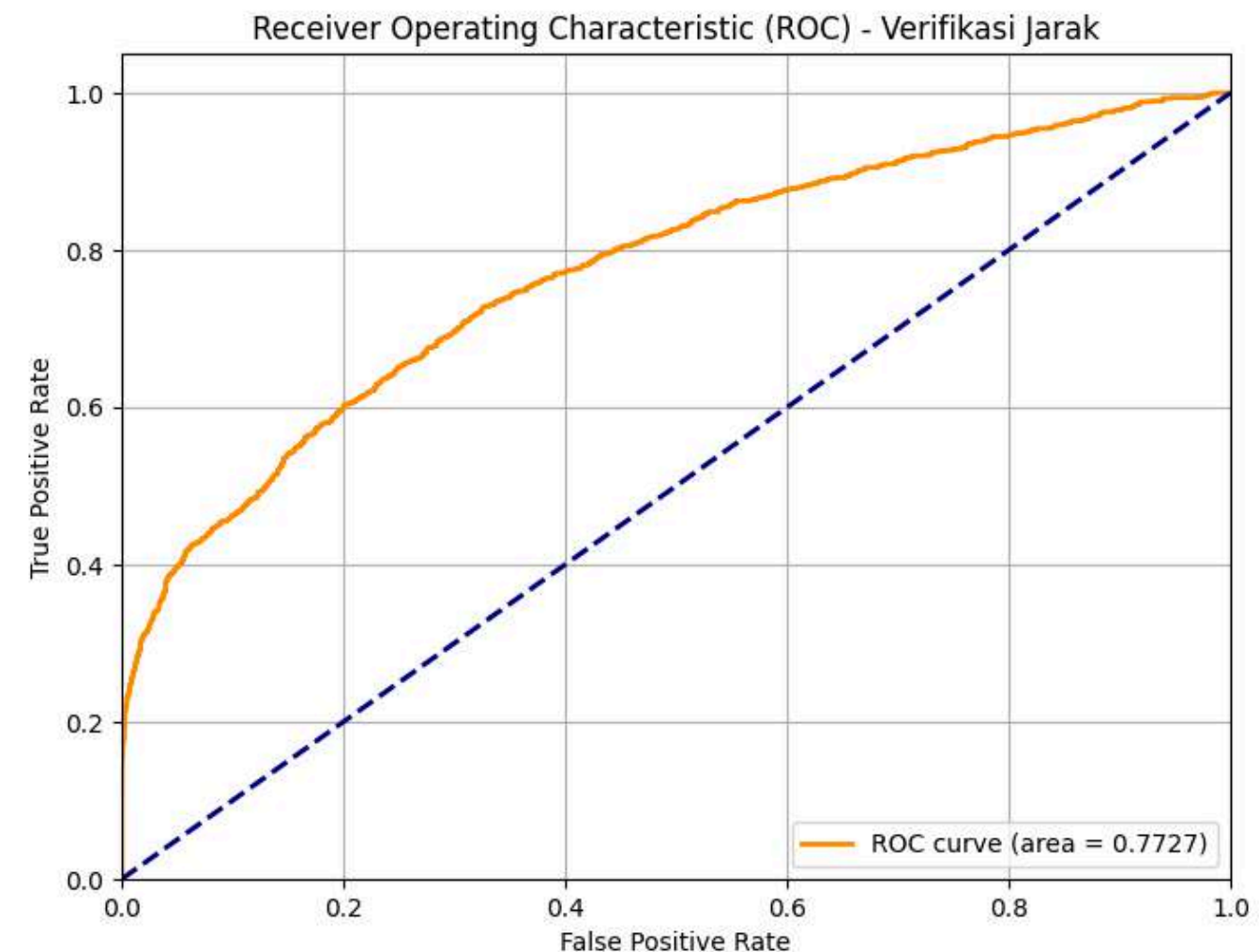
Metodologi

Mengambil embedding dari Model 1 & membuat template database.

Mengekstrak "DNA" digital (embedding) & membandingkan jaraknya ke template master.

Hasil

Performa yang cukup baik sebagai baseline.



Skor AUC = 0.7727

jika ID yang tidak terdaftar dipakai untuk prediksi,
bagaimana hasilnya?

```
=== Hasil Verifikasi Jarak ===  
Gambar Uji: 093_P_23.jpg  
Ambang Batas (Threshold): 30.0000  
✗ VERIFIKASI DITOLAK: UNKNOWN ID  
  Jarak Terdekat ke ID 011_R: 37.0858 (DIATAS Threshold)  
  
Jarak ke Semua ID (Terurut):  
  ID 011_R: 37.0858  
  ID 031_R: 37.7882  
  ID 013_R: 43.3142  
  ID 023_L: 43.4778  
  ID 021_R: 45.5925
```

verifikasi ditolak karena jarak melebihi threshold.



EKSPERIMEN 3 - VERIFIKASI DENGAN TRIPLET LOSS

Tujuan

Melatih model secara khusus untuk mempelajari jarak.

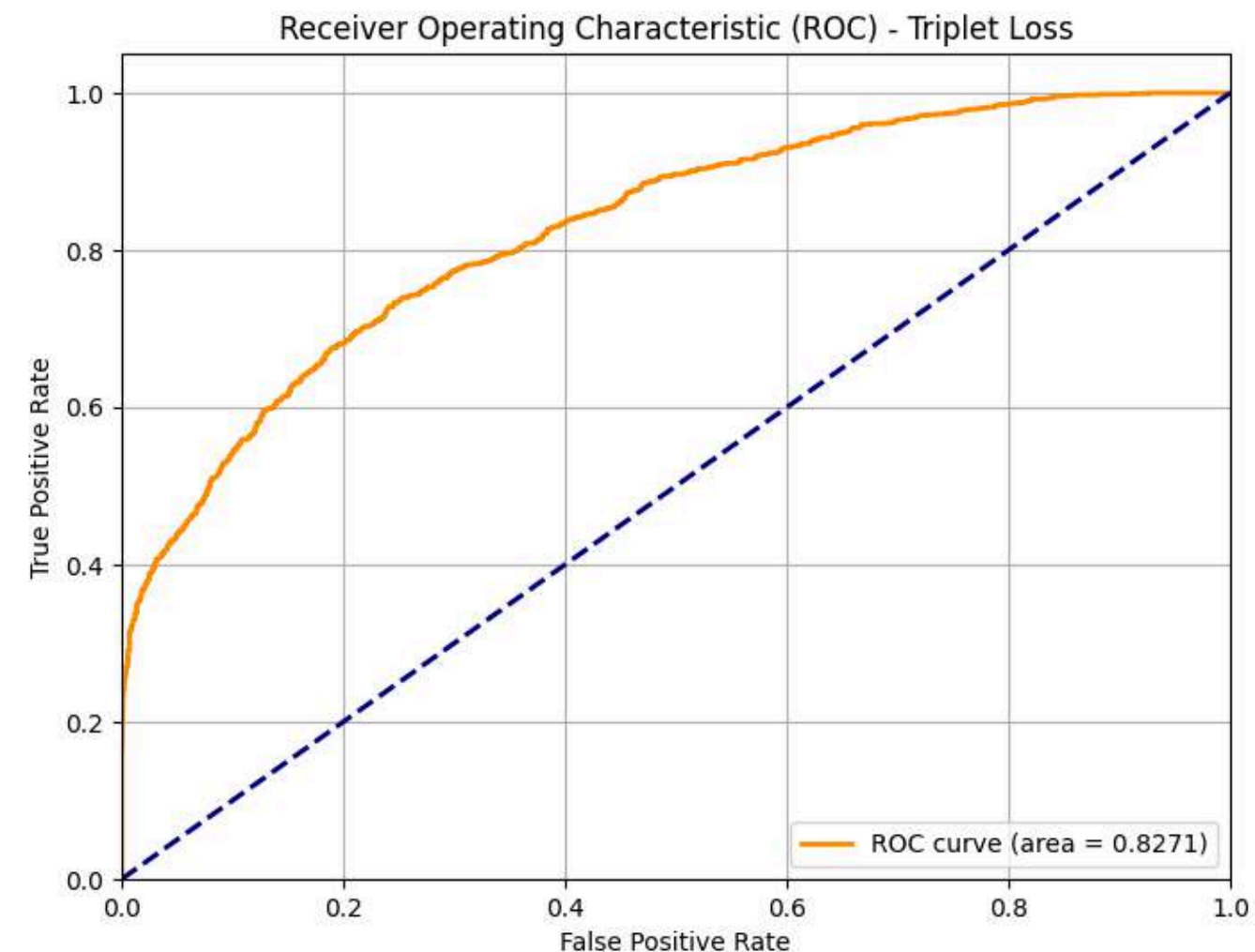
Metodologi

Arsitektur Metric Learning dengan `batch_hard_triplet_loss`.

Fokus training pada contoh-contoh yang paling sulit dibedakan.

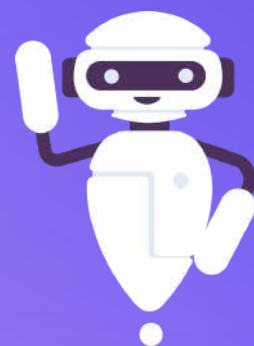
Hasil

Performa jauh lebih unggul.



Skor AUC = 0.8271

PERBANDINGAN HASIL EVALUASI



MODEL 1:
KLASIFIKASI



MODEL 2:
VERIFIKASI JARAK



MODEL 3:
TRIPLET LOSS

METRIK UTAMA

Akurasi

Area Under Curve (AUC)

Area Under Curve (AUC)

SKOR

95.17%

0.7727

0.8271

SKALABILITAS

Rendah

Tinggi

Tinggi

KUNCI PEMBELAJARAN

01

Data Quality

- Background: Sangat berpengaruh, menyebabkan prediksi tidak akurat.
 - Aksesoris: Jam tangan/cincin dapat menyebabkan kegagalan deteksi.
-

02

Strategi Hybrid

- Saat Training: Pisahkan kelas Kiri (L) & Kanan (R) untuk presisi maksimal.
- Saat Verifikasi: Satukan L & R untuk kenyamanan & fleksibilitas pengguna.

MASALAH DI DUNIA NYATA: KEGAGALAN GENERALISASI

meskipun skor AUC tinggi (0.8271), model awal gagal total saat diuji dengan background yang variatif.



testbg2.jpg



testbg3.jpg



testbg4.jpg



testbg5.jpg



testbg6.jpg

uji model dengan **backgorund variatif** dari gambar tangan salah satu anggota kelompok, dengan **ID 042**

```
[test2.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.8365)
[test3.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.8311)
[testbg1.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 008 (Jarak: 0.8122)
[testbg2.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 014 (Jarak: 0.7814)
[testbg3.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 039 (Jarak: 0.8771)
[testbg4.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 018 (Jarak: 0.8960)
[testbg5.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 036 (Jarak: 0.8732)
[testbg6.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 012 (Jarak: 0.8376)
```

verifikasi ID tidak akurat



test2.jpg



test3.jpg

mirip dengan data training



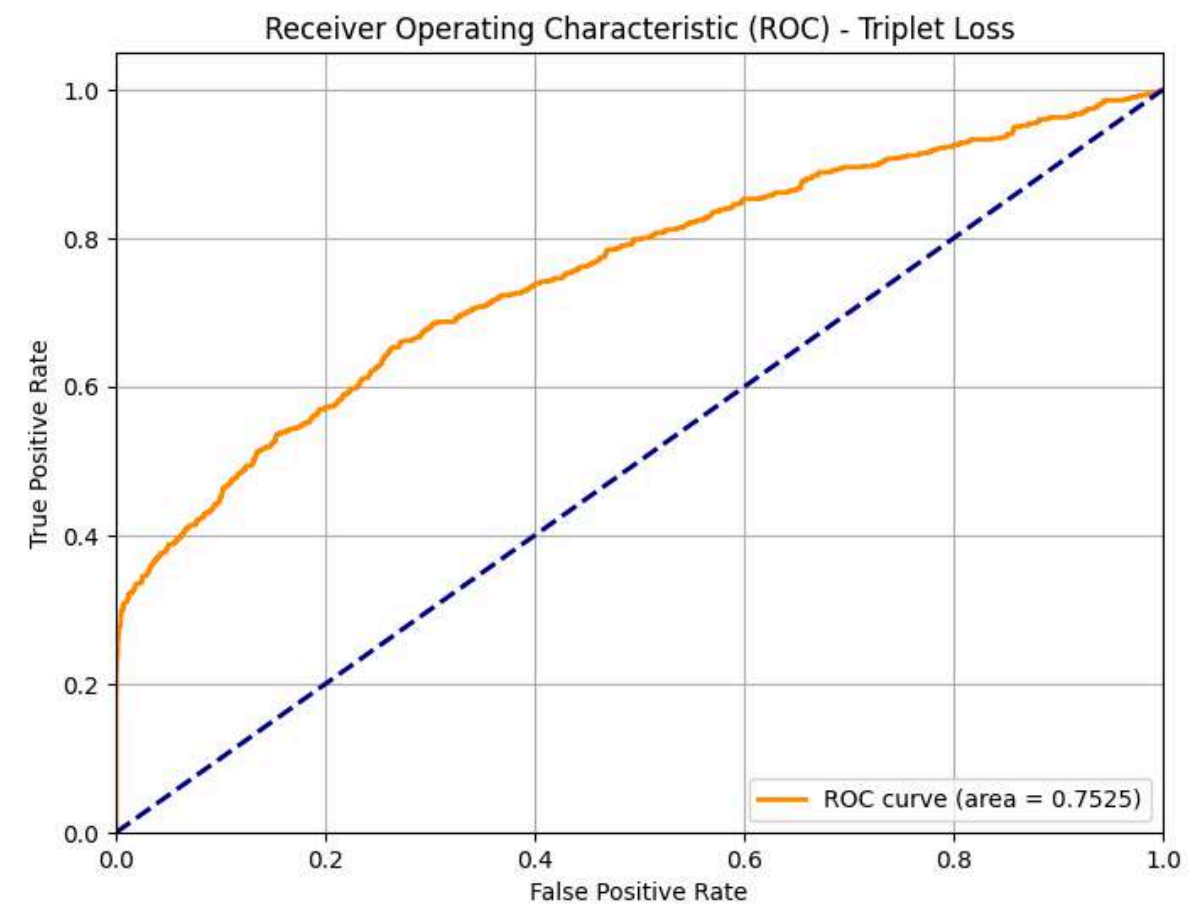
EKSPERIMEN SOLUSI #1 - SEGMENTASI PALM-ONLY

Tujuan

Mengisolasi telapak tangan secara presisi, membuang semua noise (background & jari).

Metode

Menggunakan MediaPipe HandLandmarker untuk membuat mask poligon.



Hasil

skor AUC menurun menjadi 0.75



tidak sedikit segmentasi yang gagal, kehilangan fitur



berhasil



gagal

EKSPERIMEN SOLUSI #2 - SEGMENTASI FULL-HAND

Tujuan

Jalan tengah terbaik: menghilangkan noise background sambil mempertahankan fitur bentuk tangan yang penting.

Metode

Beralih ke MediaPipe ImageSegmenter untuk menghilangkan background

Hasil

Jauh Lebih Tangguh: Berhasil memproses sebagian besar gambar.

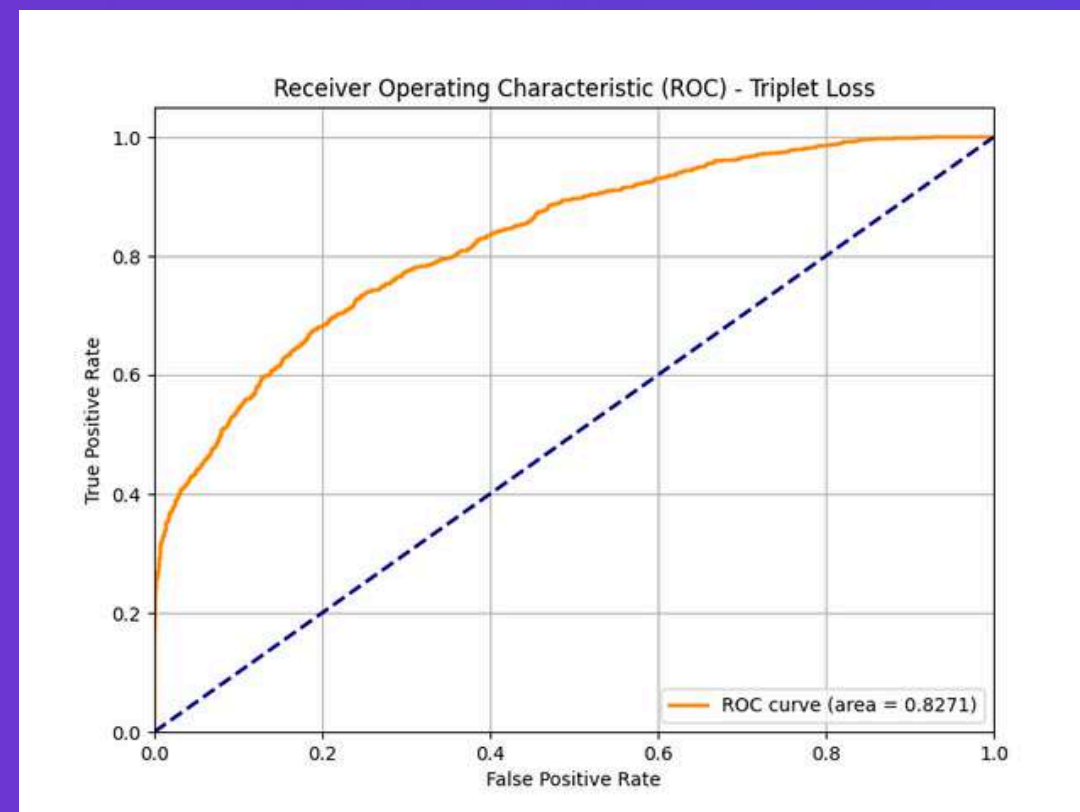


Meskipun hasil segmentasi tidak 100% sempurna (terdapat "halo"),
ini konsisten dan tidak mengganggu model.

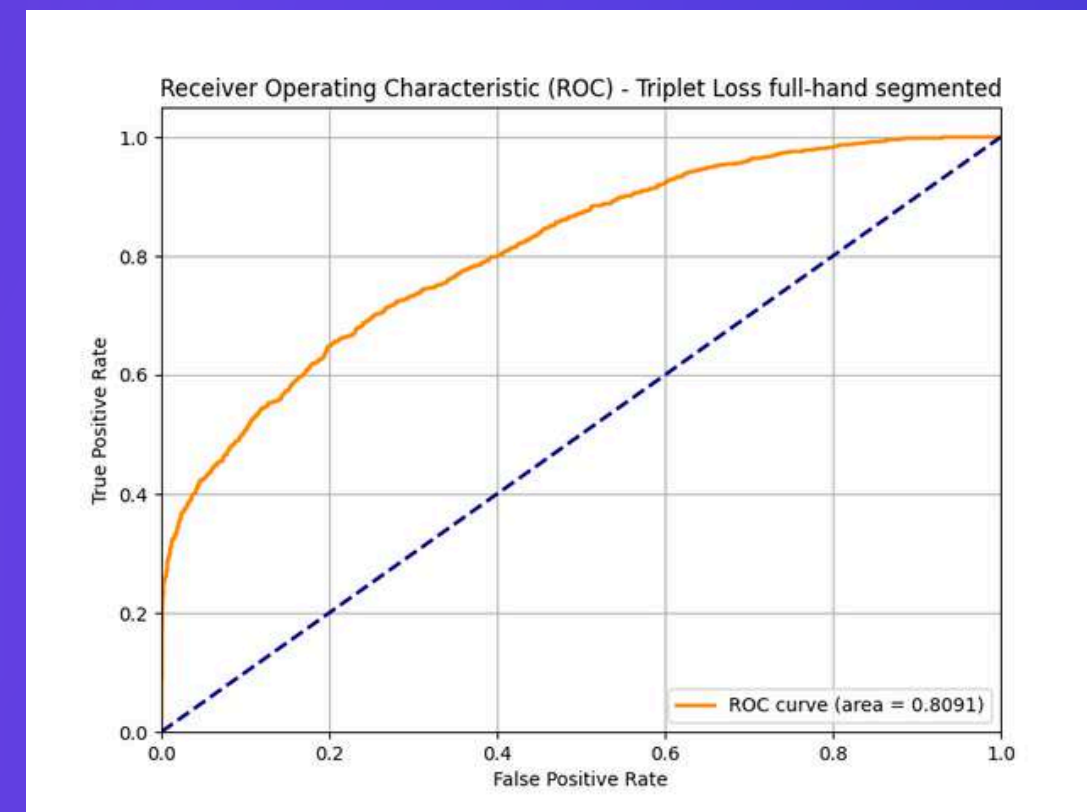


fitur tidak hilang

skor AUC sedikit lebih rendah daripada model awal tanpa segmentasi



sebelum segmentasi
AUC = 0.82



sesudah segmentasi
AUC = 0.80

Test menggunakan gambar dengan background variatif, dengan threshold 0.8



```
[left.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.5316)
[left_karpet.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.4839)
[L_clear.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.3476)
[right.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.4796)
[right_karpet.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.5714)
[R_clear.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.3408)
[test.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.5580)
[test1.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.5590)
[test2.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.4133)
[test3.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.5793)
[testbg1.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.4507)
[testbg2.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.4757)
[testbg3.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.3474)
[testbg4.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.6204)
[testbg5.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.4434)
[testbg6.jpg] ✓ DITERIMA sebagai ID 042 (Jarak: 0.5568)
```

semua gambar dikenali dengan baik dengan ID yang tepat (042)

KALIBRASI & HASIL AKHIR

Kalibrasi Threshold

- menyiapkan 2 folder yang berisi data **genuine** (merupakan ID yang dikenali model) dan **imposter** (data asing, bukan ID terdaftar), masing masing berisi 40 gambar.
- Menggunakan skrip **verifikasi batch** (verify_folder.py) pada 40 gambar genuine dan imposter.

dengan threshold awal (0.8), meskipun hasil verifikasi pada data genuine diterima semua, tetapi data imposter juga hampir seluruhnya diterima juga.

```
--- RINGKASAN VERIFIKASI BATCH ---  
Total Gambar Diuji      : 40  
✓ Diterima (Accepted)   : 40  
✗ Ditolak (Rejected)    : 0
```

```
--- RINGKASAN VERIFIKASI BATCH ---  
Total Gambar Diuji      : 40  
✓ Diterima (Accepted)   : 38  
✗ Ditolak (Rejected)    : 2
```

perlu kalibrasi nilai threshold yang menjadi batas antara nilai yang diterima dan ditolak

Kelompok Data	Tipe Uji	Jumlah Gambar	Jarak Terendah	Jarak Tertinggi	Rata-rata Jarak
Verified	<i>Genuine</i> (Pengguna Asli)	40	0.2744	0.6454	~0.4735
Unverified	<i>Imposter</i> (Pengguna Palsu)	40	0.5536	0.8539	~0.6874

Dari tabel diatas, kita bisa melihat pola yang jelas:

- Jarak **Genuine**: Skor untuk pengguna asli secara konsisten berada di rentang rendah, dengan nilai tertinggi hanya **0.6454**.
- Jarak **Imposter**: Skor untuk pengguna palsu secara konsisten berada di rentang yang lebih tinggi, dengan nilai terendah **0.5536**.

Ada sedikit **tumpang tindih (overlap)** antara kedua kelompok di rentang **~0.55 hingga ~0.65**. Di sinilah kita harus menentukan "garis pemisah" atau THRESHOLD.

- **Nilai Threshold: 0.60**

- **Alasan:** Nilai ini berada tepat di **antara jarak tertinggi pengguna asli dan jarak terendah pengguna palsu**. Ini memberikan **keseimbangan** yang sangat baik **antara keamanan dan kenyamanan**.
- **Hasil:** Akan **menerima hampir semua pengguna asli** (hanya menolak yang jaraknya > 0.60 , seperti ID 012), dan akan **menolak hampir semua penipu** (hanya menerima yang jaraknya < 0.60 , seperti ID 053 dan 090).

--- RINGKASAN VERIFIKASI BATCH ---

Total Gambar Diuji : 40
✓ Diterima (Accepted) : 37
✗ Ditolak (Rejected) : 3

[testbg4.jpg] ✗ DITOLAK. Terdekat dengan ID 042 (Jarak: 0.6204)

[012_S_L_23.JPG] ✗ DITOLAK. Terdekat dengan ID 012 (Jarak: 0.6454)
[012_S_L_28.JPG] ✗ DITOLAK. Terdekat dengan ID 012 (Jarak: 0.6348)

--- RINGKASAN VERIFIKASI BATCH ---

Total Gambar Diuji : 40
✓ Diterima (Accepted) : 3
✗ Ditolak (Rejected) : 37

[090_P_22.JPG] ✓ DITERIMA sebagai ID 040 (Jarak: 0.5865)

[053_P_23.JPG] ✓ DITERIMA sebagai ID 040 (Jarak: 0.5884)
[053_RF_13.JPG] ✓ DITERIMA sebagai ID 031 (Jarak: 0.5536)

Performa Model Final (Triplet Loss + Full Hand Segmented)

- **Skor AUC = 0.8056** (skor yang lebih "jujur" karena tidak ada petunjuk dari background)
- **Hasil Kualitatif:** Model berhasil mengenali telapak tangan di berbagai background variatif yang sebelumnya selalu gagal.

THANK YOU!

