

**PEMANFAATAN MOBILENET UNTUK KLASIFIKASI
POLA SIDIK JARI**

Skripsi



oleh:

EFFIE RAMBU BOBA
71200654

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

2024

PEMANFAATAN MOBILENET UNTUK KLASIFIKASI POLA SIDIK JARI

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

EFFIE RAMBU BOBA

71200654

DUTA WACANA

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2024

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PEMANFAATAN MOBILENET UNTUK KLASIFIKASI POLA SIDIK JARI

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 8 Juli 2024



EFFIE RAMBU BOBA
71200654

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PEMANFAATAN MOBILENET UNTUK
KLASIFIKASI POLA SIDIK JARI

Nama Mahasiswa : EFFIE RAMBU BOBA

N I M : 71200654

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TI0366

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2023/2024

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 3 Juni 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

DU TA WACANA


Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.


Aditya Wikan Mahastama, S.Kom.,
M.Cs.

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Effie Rambu Boba
NIM : 71200654
Program studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenis Karya : Skripsi Disertasi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“PEMANFAATAN MOBILENET UNTUK KLASIFIKASI POLA SIDIK JARI”

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 8 Agustus 2024

Yang menyatakan


(Effie Rambu Boba)
NIM.71200654

HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN MOBILENET UNTUK KLASIFIKASI POLA SIDIK JARI

Oleh: EFFIE RAMBU BOBA / 71200654

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 14 Juni 2024

Yogyakarta, 8 Juli 2024
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.
2. Aditya Wikan Mahastama, S.Kom., M.Cs.
3. Budi Susanto, SKom., M.T.
4. Matahari Bhakti Nendya, S.Kom., M.T.

2-2-5
[Signature]
[Signature]
Uerp.

Dekan

Ketua Program Studi



(Restyandito, S.Kom., MSIS., Ph.D.)

[Signature]

(Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom.)



Karya sederhana ini dipersembahkan

kepada Tuhan, Keluarga Tercinta,

dan Kedua Orang Tua



Segala sesuatu indah pada waktu-Nya

Anonim

Perjalanan ribuan mil dimulai dari langkah satu mil

(Pepatah Kuno)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan yang maha kasih, karena atas segala rahmat, bimbingan, dan bantuan-Nya maka akhirnya Skripsi dengan judul PEMANFAATAN MOBILENET UNTUK KLASIFIKASI POLA SIDIK JARI telah berhasil disusun dan diselesaikan.

Penulis memperoleh banyak bantuan dari kerja sama baik secara moral maupun spiritual dalam penulisan Skripsi ini, untuk itu tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

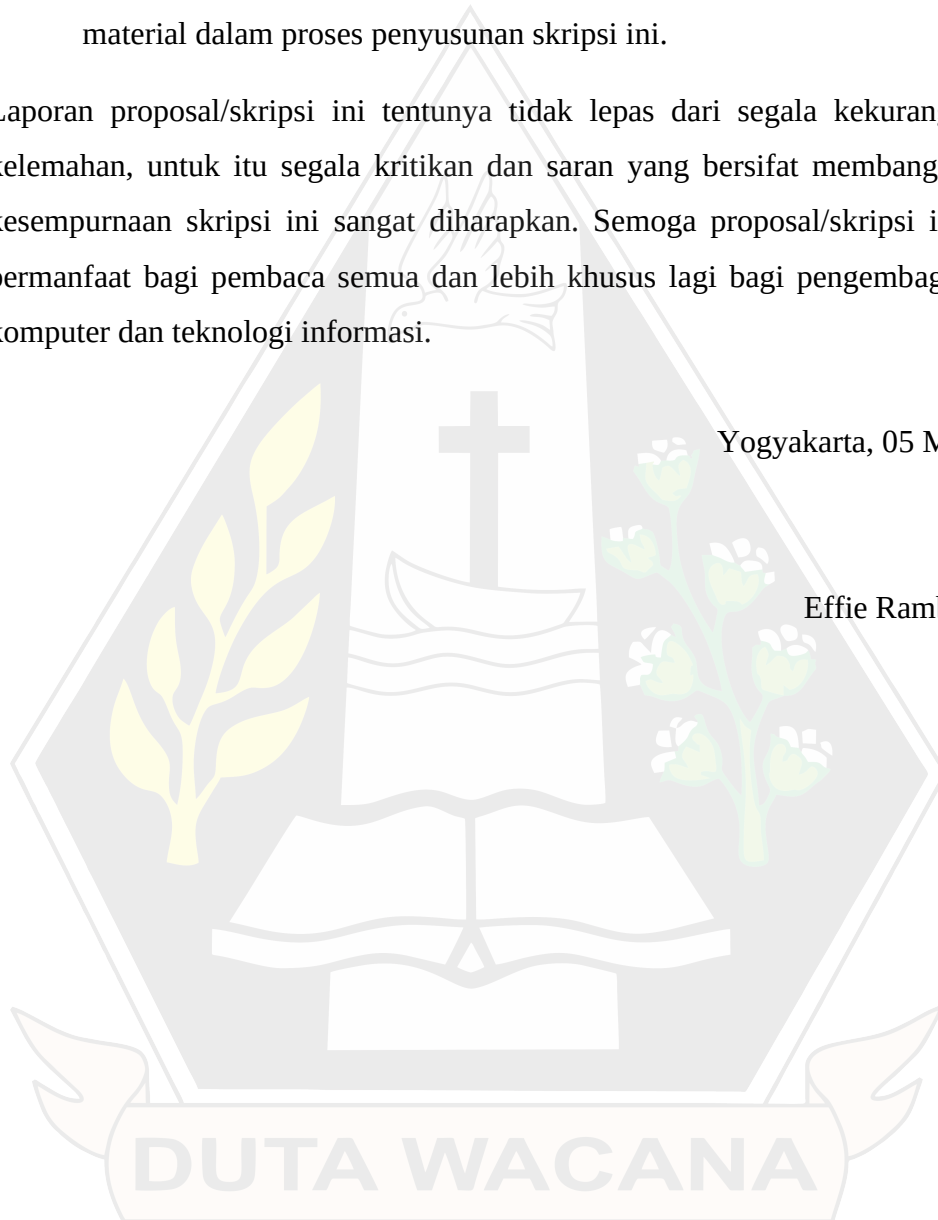
1. Tuhan Yesus yang maha kasih, karena dengan rahmat pertolongan serta anugerahnya penulis dapat menyelesaikan pengerjaan skripsi ini.
2. Orang tua, (Papa: Katanga Taranggaha dan Mama ; Rambu Day Ladu Bana) yang selama ini telah sabar membimbing dan mendoakan penulis tanpa kenal lelah untuk selama-lamanya.
3. Bapak Restyandito, S. Kom, M. SIS, Ph. D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi (FTI).
4. Bapak Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom selaku Kepala Program Studi Informatika (Kaprodi) Universitas Kristen Duta Wacana.
5. Bapak Dr., Ir. Sri Suwarno, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan ilmunya dan dengan penuh kesabaran membimbing penulis,
6. Bapak Aditya Wikan Mahastama, S. Kom., M. Cs. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan ilmu dan kesabaran dalam membimbing penulis,
7. Keluarga tercinta; kakak (Ersy Prihartiny Rambu Awa, Endhastin Rambu Nandi, Umbu Laiya BokaManu, Melan Rambu Jera Palunggu Jawa) dan adik (Elma Rambu Weli) , yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa dalam setiap langkah perjalanan hidup penulis.

8. Sabrina Turnip selaku teman seperjuangan yang telah memberikan motivasi, membantu menyemangati penulis dan selalu mengajak penulis bersama-sama mengerjakan skripsi .
9. Semua pihak lainnya yang telah memberikan dukungan moral, spiritual, dan material dalam proses penyusunan skripsi ini.

Laporan proposal/skripsi ini tentunya tidak lepas dari segala kekurangan dan kelemahan, untuk itu segala kritikan dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga proposal/skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua dan lebih khusus lagi bagi pengembangan ilmu komputer dan teknologi informasi.

Yogyakarta, 05 Mei 2024

Effie Rambu Boba



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
.....	4
.....	5
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS SECARA ONLINE.....	6
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA	6
KATA PENGANTAR	9
DAFTAR ISI.....	11
DAFTAR TABEL	14
DAFTAR GAMBAR	15
INTISARI.....	16
ABSTRACT.....	17
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Convolutional Neural Network (CNN).....	6

2.2.2 Rectified Linear Unit (ReLU) Activation Layer.....	9
2.2.3 MobileNet	10
2.2.4 MobileNetV2	14
2.2.5 Transfer Learning.....	17
2.2.6 CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization).....	17
2.2.7 Pola Sidik Jari	18
BAB III	22
METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Analisis Kebutuhan Penelitian	22
3.2 Dataset Citra Sidik Jari.....	23
3.3 Preprocessing.....	24
3.4 Pembagian Data (Training, Validation, Testing)	24
3.5 Implementasi Transfer Learning dengan MobileNet V2.....	25
3.6 Pengujian Model.....	26
3.7 Evaluasi Model.....	26
BAB IV	28
IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Implementasi Sistem Hasil Penelitian.....	28
4.2 Dataset Citra Sidik Jari.....	30
4.3 Pelabelan Data	31
4.4 Preprocessing.....	33
4.5 Pembagian Dataset (Train,Validation dan Test Set)	36
4.6 Augmentasi Data	37
4.6.1 Penerapan Augmentasi Data	38
4.7 Implementasi Transfer Learning (MobileNet-V2) untuk Ekstraksi	39
Fitur dan Klasifikasi.....	39
4.7.1 Ekstraksi Fitur	39
4.7.2 Klasifikasi	40
4.7.3 Perancangan Arsitektur MobileNetV2.....	40

4.8	Evaluasi Model.....	45
4.8.1	Pengujian Model	45
4.8.2	Pengukuran Hasil Akurasi Akhir	45
4.9	Hasil Implementasi dan penemuan.....	46
4.10	Hasil Preprocessing Inverted dan Non-Inverted.....	47
4.11	Proses Augmentasi dan Pengaruhnya terhadap Akurasi.....	49
4.12	Proses Pelatihan Model dan Pengaruh Jumlah Epoch	49
4.13	Evaluasi Model dan Test Set	50
4.14	Evaluasi Kinerja.....	51
4.14.1	Confusion Matrix	53
BAB V		56
KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN A		61
KODE SUMBER PROGRAM		61
LAMPIRAN B		70
KARTU KONSULTASI DOSEN 1		70
LAMPIRAN C		71
KARTU KONSULTASI DOSEN 2		71

DAFTAR TABEL

Table 1 Arsitektur MobileNet	11
Table 2 Gambar Pola Sidik Jari Special Database 4	30
Table 3 Contoh Penamaan dan Pelabelan Data Sidik Jari	32
Table 4 Hasil Preprocessing Citra Pola Sidik Jari	35
Table 5 Rincian Pembagian Dataset per Kelas	36
Table 6 Distribusi Dataset	37
Table 7 Hasil Preprocessing With Inverted dan Without Inverted	47
Table 8 Penggunaan Parameter Augmentasi dalam Dua Percobaan	49
Table 9 Pelatihan model dengan Epoch (10,20,30,40 dan 50)	49
Table 10 Hasil Evaluasi Kinerja Model	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Arsitektur CNN	7
Gambar 2. Proses Konvolusi (Hariyanto, Sudiro, & Lukman, 2019)	7
Gambar 3 Ilustrasi Proses Max Pooling dan Average Pooling	8
Gambar 4. Proses Fully Connected (Hariyanto, Sudiro, & Lukman, 2019)	9
Gambar 5 Contoh Grafik Aktivasi ReLu	10
Gambar 6 Arsitektur MobileNet (Deviana & Agus, 2023).....	12
Gambar 7 standard convolutional filters (a) dan depthwise convolution (b) dan pointwise convolution bagian (c) untuk membangun depthwise separable filter. 13	
Gambar 8. Arsitektur MobileNetV2. Kotak biru menunjukan blok pembentukan konvolusi linear bottleneck	14
Gambar 9 Evolusi Separable Convolution Block (Sandler, Howard, Zhu, Zhmoginov, & Chen, 2019)	15
Gambar 10 MobileNetV2 Convolutional Blocks (Sandler, Howard, Zhu, Zhmoginov, & Chen, 2019)	16
Gambar 11 Distribusi excess pixel pada histogram	18
Gambar 12 Struktur sidik jari manusia (Agung, 2017).....	19
Gambar 13 Pola Sidik Jari Henry system of classification (Maltoni, Maio, Jain, & Prabhakar, 2009)	19
Gambar 14 Blok Diagram Metode Perancangan	23
Gambar 15 Contoh gambar sidik jari pada dataset SOCOFing	24
Gambar 16 Arsitektur MobileNetV2	26
Gambar 17 Blok Diagram Tahapan Penelitian	29
Gambar 18 Hasil Proses Augmentasi Data	39
Gambar 19 Visualisasi Hasil Akurasi	50
Gambar 20 Visualisasi Loss.....	51

INTISARI

PEMANFAATAN MOBILENET UNTUK KLASIFIKASI POLA SIDIK JARI

Oleh

EFFIE RAMBU BOBA

71200654

Pengenalan pola sidik jari sangat penting dalam teknologi biometrik dan sistem keamanan untuk menjaga kerahasiaan data dan mengidentifikasi individu. Namun kompleksitas dan variasi pola sidik jari serta kebutuhan mencocokkan banyak sidik jari menimbulkan tantangan. Untuk mempercepat pencocokan, diperlukan metode yang efisien, seperti mengelompokkan sidik jari berdasarkan ciri-ciri tertentu untuk meningkatkan efisiensi dan kecepatan identifikasi.

Penelitian ini menggunakan metode *MobileNetV2* dengan *transfer learning* untuk mengklasifikasikan pola sidik jari menjadi lima kategori utama: *Arch*, *Tented Arch*, *Right Loop*, *Left Loop*, dan *Whorl*. Data diambil dari *NIST Special Database 4* dan diproses melalui beberapa tahap, termasuk *pelabelan data*, *preprocessing* dan *augmentasi* data. Selama proses pelatihan model, dilakukan percobaan dengan variasi jumlah epoch (10, 20, 30, 40, dan 50 epoch).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *preprocessing* data dan peningkatan jumlah epoch menghasilkan akurasi yang lebih baik. Dimana penggunaan 20 epoch menghasilkan akurasi sebesar 62,71%, dibandingkan dengan 56,95% pada 10 epoch. Evaluasi model menunjukkan nilai *precision* sebesar 62,75% dan *recall* sebesar 62,71% di semua kelas pola sidik jari.

Kata kunci : *Pola Sidik Jari, MobileNetV2, Transfer Learning, Preprocessing.*

ABSTRACT

MOBILENET UTILIZATION FOR FINGERPRINT PATTERN CLASSIFICATION

By

EFFIE RAMBU BOBA

71200654

Fingerprint pattern recognition is crucial in biometric technology and security systems for maintaining data confidentiality and identifying individuals. However, the complexity and variation of fingerprint patterns and the need to match numerous fingerprints pose significant challenges. Efficient methods are required to expedite the matching process, such as grouping fingerprints based on certain characteristics to enhance identification efficiency and speed.

This research employs the MobileNetV2 method with transfer learning to classify fingerprint patterns into five main categories: Arch, Tented Arch, Right Loop, Left Loop, and Whorl. Data was obtained from NIST Special Database 4 and processed through several stages, including data labeling, preprocessing, and data augmentation. During model training, experiments were conducted with varying numbers of epochs (10, 20, 30, 40, and 50 epochs).

The results show that data preprocessing and increasing the number of epochs improve accuracy, with 20 epochs achieving an accuracy of 62.71%, compared to 56.95% with 10 epochs. Model evaluation indicates a precision of 62.75% and a recall of 62.71% across all fingerprint pattern classes.

Keywords: Fingerprint Patterns, MobileNetV2, Transfer Learning, Preprocessing, Data Augmentation.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pengenalan pola sidik jari menjadi aspek penting dalam berbagai konteks, terutama dalam aplikasi teknologi biometrik dan sistem keamanan yang bertujuan untuk menjaga kerahasiaan data dan mengidentifikasi individu. Keunikan dan ketidak berubah sidik jari dari satu individu ke individu lainnya menjadi keuntungan utama, membentuk dasar yang stabil dan dapat digunakan untuk alat identifikasi. Namun, terdapat beberapa tantangan dalam penggunaan sidik jari sebagai alat identifikasi, hal ini disebabkan oleh kompleksitas dan variasi pola sidik jari, serta kebutuhan untuk mencocokkan sidik jari sesuai dengan jumlah orang yang diidentifikasi. Kompleksitas ini mencakup berbagai perbedaan antar individu dalam pola sidik jari, yang membuat proses pencocokan menjadi lebih rumit dan memakan waktu.

Maka untuk mempercepat proses pencocokan , diperlukan suatu metode yang efisien. Salah satu pendekatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara mengelompokkan atau mengklasifikasikan sidik jari berdasarkan ciri-ciri tertentu. Dengan mengelompokkan sidik jari, proses pencarian dapat difokuskan pada kelas atau grup tertentu, sehingga meningkatkan efisiensi dan kecepatan identifikasi.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam konteks pemanfaatan MobileNet untuk klasifikasi pola sidik jari, terdapat beberapa permasalahan yang perlu diidentifikasi secara argumentatif diantaranya :

1. Apakah penggunaan MobileNet dapat memberikan hasil klasifikasi pola sidik jari yang lebih stabil dan konsisten ?
2. Apakah dengan pemanfaatan MobileNet-V2 dapat memberikan hasil akurasi klasifikasi pola sidik jari yang cukup akurat?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yang telah ditetapkan :

1. Pengukuran kinerja model klasifikasi dalam penelitian ini akan berfokus pada akurasi klasifikasi pola sidik jari
2. Versi MobileNet yang akan digunakan dalam penelitian adalah MobileNet-V2
3. Jenis pola sidik jari yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu pola utama sidik jari (*arch* (A), *tented arch* (T), *left loop* (L), *right loop* (R) *whorl* (W))
4. *Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *NIST Special Database 4* (Empat).

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode MobileNet-V2 dengan *transfer learning* dalam klasifikasi pola sidik jari. Setelah implementasi metode ini, penulis akan menganalisis apakah penggunaan arsitektur MobileNet-V2 dengan *transfer learning* dapat meningkatkan akurasi dalam mengenali dan mengklasifikasikan pola sidik jari dengan tepat.

1.5 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, akan diperoleh pemahaman yang lebih baik terkait hasil akurasi yang dicapai dengan memanfaatkan MobileNet untuk klasifikasi pola sidik jari. Informasi ini dapat memberikan gambaran tentang sejauh mana MobileNet dapat meningkatkan kinerja sistem klasifikasi pola sidik jari. Selain itu, hasil dari model klasifikasi pola sidik jari yang telah dibangun dapat digunakan atau dimanfaatkan oleh peneliti lain yang ingin mengembangkan sistem pengenalan pola sidik jari.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode penelitian ini melibatkan serangkaian langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengambilan Data citra sidik jari menggunakan *dataset* yang ada pada *platform* NIST, *Special Database 4*. Database ini berisi gambar sidik jari skala abu-abu 8-bit. Gambar disimpan dalam format PNG, setiap gambar berukuran 512×512 piksel dengan 32 baris ruang putih di bagian bawah gambar. Sidik jari diklasifikasikan ke dalam lima kategori (L = *left loop*, W = *whorl*, R = *right loop*, T = *tented arch*, dan A = *arch*).
2. Data citra sidik jari akan menjalani tahap *preprocessing*. Tujuannya adalah mempersiapkan data citra sebelum dilakukan tahap klasifikasi menggunakan MobileNet.
3. Pembagian Data *Training*, Data *Validation* dan *Testing*: Data citra akan dipisahkan menjadi tiga *subset* yang berbeda, yaitu data pelatihan (*training*), data validasi (*validation*), dan data pengujian (*testing*), masing-masing dengan tujuan dan peran khusus dalam pengembangan model. Data pelatihan (*training*), bagian ini digunakan untuk melatih model MobileNetV2. Data pelatihan memungkinkan model untuk memahami dan mengekstraksi pola dan fitur penting dari citra sidik jari. Data validasi (*validation*) digunakan untuk menguji kinerja model yang telah dilatih selama proses pelatihan. Ini membantu dalam penyetelan model dan mencegah *overfitting*. Sedangkan Data pengujian (*testing*) mencerminkan situasi dunia nyata di mana model akan diimplementasikan dan digunakan untuk menguji kinerja akhir model.
4. Implementasi metode MobileNet-V2; pada tahap ini, MobileNet-V2 akan digunakan sebagai model dasar untuk ekstraksi dan klasifikasi. *Transfer learning* akan memungkinkan peneliti menggunakan pengetahuan yang telah ada dalam MobileNet-V2 untuk mencoba meningkatkan akurasi klasifikasi pola sidik jari.

5. Pengujian model, setelah melatih model menggunakan data *training*, model akan diuji dengan menggunakan data *testing*
6. Hasil akurasi dari pengujian model akan diukur dan dicatat. Akurasi ini akan menjadi ukuran keberhasilan dari pemanfaatan MobileNet-V2 dalam klasifikasi pola sidik jari.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan skripsi ini terbagi dalam beberapa subbab, yang mencakup:

1. Bab 1: Pendahuluan
Membahas latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.
2. Bab 2: Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori
Berisi tinjauan pustaka dan landasan teori, yang merinci kerangka konseptual atau teori-teori yang mendukung penelitian ini. Pada bagian ini, penulis akan mengeksplorasi literatur terkait untuk membangun dasar pengetahuan yang kuat dan memberikan konteks yang diperlukan bagi penelitian yang dilakukan.
3. Bab 3: Metodologi Penelitian
Berisi tentang analisis kebutuhan penelitian, blok diagram, dataset yang akan digunakan dalam penelitian dan metode penelitian.
4. Bab 4: Berisi point-point Implementasi dan Pembahasan
5. Bab 5: Mendeskripsikan kesimpulan dan Saran yang didapatkan dari hasil implementasi penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa *point* kesimpulan yakni :

1. Metode *Transfer Learning* dengan menggunakan *MobileNetV2* untuk klasifikasi pola sidik jari memberikan hasil yang memadai, dengan akurasi terbaik yang didapatkan pada dataset pengujian sebesar 62.71%
2. Dalam penelitian ini, model dilatih dengan variasi jumlah *epoch* untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap kinerja. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan 20 dan 40 *epoch* memberikan akurasi tertinggi, yaitu 62.71%, dengan tingkat *loss* yang cukup rendah, yakni 1.0406 dan 0.9375 secara berturut-turut. Pada 10 *epoch*, akurasi lebih rendah sebesar 54.58%, sementara pada 30 dan 50 *epoch*, akurasi turun sedikit menjadi sekitar 57-61%. Evaluasi ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah *epoch* bisa meningkatkan akurasi model, meskipun tingkat *loss* tidak selalu turun secara signifikan,
3. Evaluasi model melalui metrik seperti *precision* dan *recall* menunjukkan nilai yang seragam di semua kelas, yaitu 62.75% dan 62.71% berturut-turut, yang mencerminkan kinerja model yang seimbang dalam mengenali dan mengklasifikasikan pola sidik jari.
4. Pengumpulan dan *preprocessing* data dari *NIST Special Database 4*, yang mencakup peningkatan kontras, penghapusan white space, perubahan ukuran gambar, inversi warna, dan konversi ke RGB, berhasil meningkatkan kualitas citra untuk pelatihan model. Selain itu, *augmentasi* data seperti *resizing*, rotasi acak, *shear*, *zoom*, *flip horizontal*, dan *fill mode* juga berperan dalam meningkatkan variasi data dan memperkuat kemampuan model dalam mengenali pola sidik jari yang berbeda.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang didapat, terlihat bahwa pembersihan *data Special Database 4* sangat penting untuk memastikan kualitas data yang digunakan dalam penelitian. Beberapa citra dalam *database* tersebut terlihat rusak, seperti pola yang terputus, adanya *noise* berupa tulisan tercetak, serta variasi ukuran cetakan pola sidik jari yang tidak seragam. Pembersihan data ini akan membantu meningkatkan akurasi dan reliabilitas model. Selain itu, perlu dilakukan peningkatan jumlah *dataset* dengan mengumpulkan lebih banyak data dan memastikan distribusi yang seimbang antar kelas. Hal ini akan membantu memperbaiki akurasi serta mengurangi *bias* pada kelas tertentu.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohman, H., Dini, R., & Muharram, A. P. (2018). Evaluasi Performa metode Deep Learning untuk Klasifikasi Citra Lesi Kulit The HAM10000. *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO)*, 3.
- Agung, A. K. (2017). Klasifikasi Pola Sidik Jari Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 598.
- Anhar, & Putra, R. A. (2023). Perancangan dan Implementasi Self-Checkout System pada Toko Ritel menggunakan Convolutional Neural Network(CNN). *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 469.
- Ari, A. J., Fiky, Y. S., & Nur, I. (2020). Perancangan Aplikasi Untuk Klasifikasi Klon Daun Teh Seri Gambung (GMB) Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network. 2921.
- Department of History, Rutgers University-Newark, Newark, NJ, USA. (2019). Fingerprints and paternity testing: a study of genetics and probability in pre-DNA forensic science. *Oxford Academic*, 193.
- Deviana, S. W., & Agus, S. (2023). MobileNet-Based Transfer Learning For Detection Of Eucalyptus Pellita Diseases. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika:JANAPATI*, 3.
- Feriawan, J., & Swanjaya, D. (2020). Perbandingan Arsitektur Visual Geometry Group dan MobileNet Pada Pengenalan Jenis Kayu. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 187.
- Fuadi, A., & Suharso, A. (2022). PERBANDINGAN ARSITEKTUR MOBILENET DAN NASNETMOBILE UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT PADA CITRA DAUN KENTANG. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*.

- Hariyanto, Sudiro, S. A., & Lukman, S. (2019). Keakuratan Deteksi Keaslian Sidik Jari Menggunakan Metode CNN. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi STI&K (SeNTIK)*, 247-248.
- Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., . . . Adam, H. (2019). MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision. 2.
- Ilahiyah, S., & Nilogiri, A. (2018). Implementasi Deep Learning Pada Identifikasi Jenis Tumbuhan Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia*, 51.
- Intyanto, G. W. (2021). Klasifikasi Citra Bunga dengan Menggunakan Deep Learning: CNN (Convolution Neural Network). *Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI)*, 81.
- Maltoni, D., Maio, D., Jain, A. K., & Prabhakar, S. (2009). *Handbook of Fingerprint Recognition Second Edition*. Springer Science and Business Media.
- Meisya, D. Y., Sania, H., Ningsih, P. A., & Fitri, S. A. (2022). Variasi Pola Sidik Jari Fakultas Teknik Dan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Berdasarkan Jenis Kelamin. *Prosiding SEMNAS BIO*, 697.
- Meyliana, A. (2020). Perancangan Sistem Informasi Presensi Karyawan Dengan Metode Prototype Menggunakan Fingerprint. *Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, 2.
- Miranda, N. D., Novamizanti, L., & Rizal, S. (2020). Convolutional Neural network Pada Klasifikasi Sidik Jari Menggunakan ResNet-50. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 161.
- Miranda, N. D., Novamizanti, L., & Rizal, S. (2020). CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA KLASIFIKASI SIDIK JARI MENGGUNAKAN RESNET-50. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 61.
- Mudzakir, I., & Arifin, T. (2022). Klasifikasi Penggunaan Masker dengan Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur MobileNetV2. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi*, 77.

- Peryanto, A., Yudhana, A., & Umar, R. (2019). Rancang Bangun Klasifikasi Citra Dengan Teknologi Deep Learning Berbasis Metode Convolutional Neural Network. 139-140.
- S.B, D. A., Saidah, S., & Usman, K. (2023). Optimalisasi Arsitektir MobileNet Untuk Pengklasifikasian Cuaca. *Universitas Telkom*, 3-4.
- Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., & Chen, L.-C. (2019). MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks. *Dong, K., Zhou, C., Ruan, Y., & Li, Y. (2020). MobileNetV2 Model for Image Classification. 2020 2nd International Conference on Information Technology and Computer Application (ITCA)*, 2-5.

