

**Klasifikasi Gender Pada Sidik Jari Menggunakan Convolutional
Neural Network Dengan Implementasi Model Arsitektur
Inception-ResNetV2**

Skripsi



oleh:

William Hong
71200617

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2024**

**Klasifikasi Gender Pada Sidik Jari Menggunakan Convolutional
Neural Network Dengan Implementasi Model Arsitektur
Inception-ResNetV2**

Skripsi



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

Disusun oleh

William Hong

71200617

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI**

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2024

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

Klasifikasi Gender Pada Sidik Jari Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Implementasi Model Arsitektur Inception-ResNetV2

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 keserjanaan 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 keserjanaan saya.

Yogyakarta, 3 Juni 2024



William Hong
71200617

UTA WACANA

PALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : KLASIFIKASI GENDER PADA SIDIK JARI
MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK DENGAN IMPLEMENTASI MODEL
ARSITEKTUR INCEPTION-RESNETV2

Nama Mahasiswa : WILLIAM HONG

N I M : 71200617

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


Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.


Nugroho Agus Haryono, M.Si

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama	William Hong
NIM	71200617
Program studi	Informatika
Fakultas	Teknologi Informasi
Jenis Karya	Skrripsi

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:

Klasifikasi Gender Pada Sidik Jari Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Implementasi Model Arsitektur Inception-ResNetV2

beserta 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 : 2 September 2024

Yang menyatakan

William Hong
NIM 71200617

HALAMAN PENGESAHAN

Klasifikasi Gender Pada Sidik Jari Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Implementasi Model Arsitektur Inception-ResNetV2

Oleh: William Hong / 71200617

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, 14 Juni 2024
Mengesahkan,

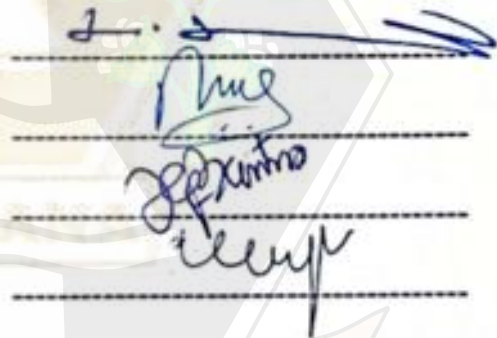
Dewan Penguji:

Dr.,Ir. Sri Suwarno, M.Eng

Nugroho Agus Haryono., S.Si., M.Si

Prihadi Beny Waluyo, S.Si., MT

Matahari Bhakti Nendya, S.Kom., M.T



Dekan

Ketua Program Studi



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


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

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama	William Hong
NIM	71200617
Program studi	Informatika
Fakultas	Teknologi Informasi
Jenis Karya	Skrpsi

demi 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:

Klasifikasi Gender Pada Sidik Jari Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Implementasi Model Arsitektur Inception-ResNetV2

beserta 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 : 2 September 2024

Yang menyatakan

William Hong
NIM 71200617



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 kepada Tuhan yang maha kasih, karena atas segala rahmat, bimbingan, dan bantuan-Nya maka akhirnya Skripsi dengan judul Klasifikasi Gender Pada Sidik Jari Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Implementasi Model Arsitektur Inception-ResNetV2 ini telah selesai disusun.

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 yang maha kasih,
2. Orang tua penulis, yang selalu mendukung, dan berdoa untuk perjalanan penulis menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Restyandito, S. Kom, M. SIS, Ph. D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana.
4. Bapak Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom. selaku Kaprodi Informatika Universitas Kristen Duta Wacana
5. Dr.,Ir. Sri Suwarno, M.Eng selaku Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan ilmunya dan dengan penuh kesabaran membimbing penulis,
6. Nugroho Agus Haryono., S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing 2 yang berperan aktif dan penting dalam memberikan arahan, bantuan, bimbingan, dukungan, dan nasehat dalam penulisan skripsi.
7. Semua Dosen Informatika, yang selalu mengajarkan materi dengan sabar dan menarik selama penulis menjalani masa perkuliahan.
8. Sabrina, Dedi Yanto, Ivan Reynaldo, Ferdy Christiawan dan Lain-lain yang telah mendukung moral, spiritual, dan dana untuk belajar selama 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, 5 Juni 2024

William Hong



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
1.6. Metodologi Penelitian	2
BAB II.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Sidik Jari	7
2.2.2 Convolutional Neural Network (CNN).....	8
2.2.3 Arsitektur Model Inception-ResNet-V2.....	14
BAB III	20
3.1 Analisis Kebutuhan Sistem	20
3.1.1 Perangkat Keras	20
3.1.2 Perangkat Lunak.....	20
3.1.3 Library.....	20
3.2 Block Diagram Penelitian	20

3.3	Metodologi Penelitian	22
3.3.2	Pengumpulan Data	23
3.3.4	Implementasi Arsitektur Model Inception-ResNet-v2.....	25
3.3.5	Compile Model	26
3.3.6	Pelatihan Model	26
3.3.7	Evaluasi Model.....	26
BAB IV	.....	28
4.1	Implementasi Sistem	28
4.2	Pengujian dan Analisis	28
4.2.1	Tahapan Pra Pemrosesan.....	28
4.2.2	Tahapan Training dan Pengujian	28
BAB V	.....	34
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	34
5.1	Kesimpulan	34
5.2	Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	.....	36
LAMPIRAN A	.....	38
KODE SUMBER PROGRAM	.....	38
LAMPIRAN B	.....	42
KARTU KONSULTASI DOSEN 1.....		42
LAMPIRAN C	.....	43
KARTU KONSULTASI DOSEN 2.....		43
LAMPIRAN D	.....	44
LAMPIRAN LAIN-LAIN	.....	44

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 1. Contoh Gambar SocoFing dan Nist Special Database 4.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabel 2. Pembagian Dataset Training, Validation, Testing</i>	<i>25</i>



DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 1 Pola Sidik Jari (a) Arch, (b) Tented Arch, (c) Left Loop, (d) Right Loop, (e) Whorl</i>	<i>8</i>
<i>Gambar 2. Pixel Map Tulisan Tangan.....</i>	<i>9</i>
<i>Gambar 3. Konvolusi Untuk Menghasilkan Peta Aktivasi.....</i>	<i>10</i>
<i>Gambar 4. Layer Konvolusi.....</i>	<i>11</i>
<i>Gambar 5 Max Pooling of a Feature Map</i>	<i>12</i>
<i>Gambar 6 Skema Modul Inception-ResNet-A dari jaringan Inception-ResNet-v2.</i>	<i>16</i>
<i>Gambar 7. Skema modul Inception-ResNet-B dari jaringan Inception-ResNet-v2.</i>	<i>17</i>
<i>Gambar 8 Skema modul Inception-ResNet-C dari jaringan Inception-ResNet-v2.</i>	<i>17</i>
<i>Gambar 9. Reduction-A</i>	<i>18</i>
<i>Gambar 10. Reduction-B</i>	<i>19</i>
<i>Gambar 11. Gambaran Proses Penelitian.....</i>	<i>21</i>
<i>Gambar 12. Diagram Alur proses Penelitian.....</i>	<i>22</i>

INTISARI

Klasifikasi Gender Pada Sidik Jari Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Implementasi Model Arsitektur Inception-ResNetV2

Oleh

William Hong

71200617

Peneliti melakukan penelitian terkait klasifikasi gender berdasarkan sidik jari berbasis *Convolution Neural Network (CNN)* dan mengandalkan arsitektur InceptionResNetv2. Untuk pengujian ini, peneliti menggunakan dataset dari Sokoto Coventry Fingerprint (SOCOFing) dan NIST Special Database 4, yang kemudian peneliti kembangkan dalam pengenalan gender berdasarkan sidik jari yang akan dilakukan *training* dan *testing*. Dengan mengimplementasikan *Machine Learning*, peneliti berharap pengenalan gender berdasarkan sidik jari dapat dikembangkan dan lebih akurat.

Dalam penelitian ini, peneliti mencoba melakukan empat percobaan dengan menggunakan dua dataset Sokoto Coventry Fingerprint (SOCOFing) dan NIST Special Database 4 dan mencoba menggunakan *Fingerprint Enhancer* pada percobaan ke tiga dan keempat. Hasil pengujian menunjukkan model yang dilatih dengan dataset NIST cenderung memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan SOCOFing, meskipun teknik pre-processing hanya memberikan peningkatan performansi yang signifikan pada dataset NIST.

Kata-kata kunci : *Klasifikasi Gender, Convolutional Neural Network, Sidik Jari*

ABSTRACT

Klasifikasi Gender Pada Sidik Jari Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Implementasi Model Arsitektur Inception-ResNetV2

By

William Hong

71200617

In this era of rapid technological advancement, researchers have undertaken a study on gender classification based on fingerprints using Convolutional Neural Network (CNN) with the InceptionResNetV2 architecture. For this study, datasets from Sokoto Coventry Fingerprint (SOCOFing) and NIST Special Database 4 were utilized to develop a system for gender recognition based on fingerprints, involving both training and testing phases. By implementing Machine Learning, it is hoped that fingerprint-based gender recognition can be improved and made more accurate.

In this research, four experiments were conducted using the two datasets, Sokoto Coventry Fingerprint (SOCOFing) and NIST Special Database 4, with the third and fourth experiments incorporating the Fingerprint Enhancer. The test results indicated that models trained with the NIST dataset tend to perform better compared to those trained with SOCOFing, although the pre-processing technique significantly improved performance only on the NIST dataset.

Keywords: *Gender Classification, Convolutional Neural Network, Fingerprint*

DUTA WACANA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pengenalan individu berdasarkan sidik jari adalah salah satu contoh biometrik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti untuk mengenal identitas orang berdasarkan bagian tubuh atau perilaku (Pratama, Adiwijaya, & Faraby S, 2018). Sidik jari memiliki potensi untuk memberikan informasi tambahan tentang karakteristik individu, termasuk identifikasi gender. Identifikasi jenis kelamin dari sidik jari dapat memberikan kontribusi signifikan dalam berbagai aplikasi, seperti keamanan, pengelolaan identitas, dan analisis forensik.

Klasifikasi gender berdasarkan sidik jari didasarkan pada berbagai parameter seperti kerapatan punggung, perbandingan ketebalan jari dengan ketebalan lembah, lebar jari, dan jenis pola sidik jari (Gnanasivam & Vijayarajan, 2019). Dalam konteks ini, penggunaan teknologi dalam mengidentifikasi jenis kelamin berdasarkan sidik jari menjadi semakin penting. Berbagai metode seperti wavelet, minutiae, GLCM, dan Global Features telah diusulkan untuk membangun sistem identifikasi sidik jari.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba mengidentifikasi gender berdasarkan sidik jari dengan menggunakan metode-metode tersebut. Namun, dengan kemajuan teknologi, pendekatan baru yang memanfaatkan deep learning, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN) dan memanfaatkan transfer learning, menawarkan potensi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam klasifikasi gender.

Salah satu penelitian yang telah dilakukan oleh Setiawan (2019) adalah Perbandingan Arsitektur Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Fundus Dengan salah satu Implementasi Model Arsitektur *InceptionResNetV2* dengan optimasi GDM, telah menunjukkan keberhasilan metode ini dalam tugas klasifikasi dengan akurasi training mencapai 94.2%. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melibatkan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan model arsitektur *InceptionResNetV2* dalam tugas klasifikasi gender berdasarkan sidik jari.

Dengan menggabungkan keunggulan *Convolutional Neural Network* (CNN) dan model arsitektur *InceptionResNetV2*, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan model yang efektif dan akurat dalam tugas klasifikasi gender berdasarkan sidik jari.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang sudah diberikan, berikut ini merupakan rumusan masalah dalam penelitian ini.

1. Apakah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan model arsitektur *InceptionResNetV2* dapat meningkatkan akurasi untuk tugas klasifikasi gender berdasarkan sidik jari?
2. Bagaimana tingkat akurasi dari metode *Convolutional Neural Network* (CNN)?

1.3. Batasan Masalah

Dari Aspek diatas, penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut.

1. Tugas klasifikasi gender berdasarkan sidik jari hanya akan menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan model arsitektur *InceptionResNetV2*
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini akan terdiri dari dataset sidik jari dari laki-laki dan perempuan. Namun, penelitian ini tidak akan mempertimbangkan faktor-faktor etnis atau usia dari individu tersebut.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan sistem klasifikasi gender berdasarkan citra sidik jari manusia dengan akurasi yang tinggi.
2. Menghasilkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dikombinasikan dengan model arsitektur *InceptionResNetV2* yang mampu mengenal gender berdasarkan sidik jari.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi klasifikasi Gender berdasarkan sidik jari, membantu penyelidikan kriminal, dan meningkatkan keamanan serta analisis forensik melalui pengenalan jenis kelamin berdasarkan sidik jari.

1.6. Metodologi Penelitian

Sistem klasifikasi jenis kelamin (gender) berdasarkan sidik jari menggunakan model arsitektur *InceptionResNetV2* memerlukan beberapa tahap penting, termasuk pengumpulan data, preprocessing, normalisasi, pembuatan model *Convolutional Neural Network* (CNN), pelatihan model, dan evaluasi.

1. Alat

Tensorflow menjadi salah satu framework yang akan digunakan untuk mengembangkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam bahasa pemrograman Python.

2. Pengumpulan Data Penelitian ini menggunakan dataset yang diperoleh dari website kaggle yaitu Sokoto Coventry Fingerprint Dataset (SOCOFing) dan NIST Special database 4. Sokoto Coventry Fingerprint Dataset (SOCOFing) adalah basis data biometrik sidik jari terdiri dari 6.000 gambar sidik jari dari 600 subjek Afrika dan memuat atribut-atribut unik seperti label untuk jenis kelamin, tangan dan nama jari, serta versi yang diubah secara sintetis dengan tiga tingkat perubahan berbeda untuk penghapusan, rotasi tengah, dan z-cut. Sedangkan, NIST Special Database 4 (SD 4) adalah kumpulan data dari National Institute of Standards and Technology (NIST) yang berfokus pada gambar sidik jari berkualitas tinggi. Database ini terdiri dari 4.000 gambar sidik jari dari 2.000 jari, dengan dua gambar per jari, diambil dengan resolusi 500 dpi dan disimpan dalam format PNG. Dataset ini mencakup informasi jenis kelamin, pola sidik jari seperti loop, whorl, dan arch, serta label yang menunjukkan jari mana yang diambil.
3. 3 jenis data yaitu pelatihan, validasi, dan pengujian. Pembagian dataset akan menjadi 70% data pelatihan, 20% data validasi, dan 10% data pengujian. Pembagian dataset menjadi data pelatihan digunakan untuk melatih model, data validasi untuk memantau kinerja dan penyesuaian, serta data uji untuk menguji performa akhir model.
4. Pengembangan Sistem model *Convolutional Neural Network* (CNN) menggunakan arsitektur *InceptionResNetV2* dilakukan dengan TensorFlow dan Keras. Model dilatih pada data pelatihan dengan pemantauan performa pada data validasi untuk mencegah overfitting.

5. Evaluasi akan dilakukan setelah model sudah selesai dilatih. Prosedur evaluasi akan dilakukan dengan menggunakan akurasi, presisi, recall, dan f-1 score menggunakan dataset uji.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini didapati kesimpulan bahwa, penggunaan data augmentasi terbukti efektif meningkatkan performa model pada dataset yang lebih besar seperti NIST dan gabungan Socofing + NIST, meskipun dampaknya tidak signifikan pada dataset yang lebih kecil seperti Socofing. Batch size 32 memberikan keseimbangan terbaik dalam hal akurasi dan metrik pengujian lainnya, sementara batch size 64 hanya sedikit lebih baik dalam akurasi training dan validasi. Learning rate 0.001 secara konsisten menghasilkan performa terbaik, mengindikasikan nilai optimal untuk pembelajaran model. Di antara optimizer, Adam menunjukkan performa terbaik, diikuti oleh SGD yang lebih kompetitif dibandingkan RMSprop.

5.2 Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, Penting untuk memastikan bahwa dataset memiliki variasi serta kualitas gambar yang baik. Penerapan teknik pre-processing yang efektif juga terbukti memberikan peningkatan performansi yang signifikan pada dataset berkualitas tinggi. Selain itu, penting untuk memastikan distribusi data yang seimbang guna mengurangi bias dalam pelatihan model. Disarankan pula untuk melakukan eksperimen tambahan dengan berbagai teknik peningkatan performansi, seperti augmentasi data dan fine tuning model arsitektur, untuk meningkatkan akurasi model. Dengan mengikuti saran-saran ini, diharapkan performansi model dalam mengklasifikasikan sidik jari laki-laki dan perempuan dapat meningkat secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajit, A., K, A., & Samanta, A. (2020). A Review of Convolutional Neural Networks. International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering, 1-5.
- Ali, N., Daniel, N., & Paul, T. (2019). Evaluation of k-nearest neighbour classifier performance . SN Applied Sciences.
- Bakti, I., & Firdaus, M. (2022). Arsitektur Convolutional Neural Network InceptionResNet-V2 Untuk Pengelompokan Pneumonia Chest X-Ray. JUKOMTEK (Jurnal Komputer Dan Teknologi), 35-42.
- Barzut, S., & Milan, M. (2022). THE APPLICATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS . INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY AND DATA RELATED RESEARCH, 224-229.
- Gnanasivam, P., & Vijayarajan, R. (2019). Gender classification from fingerprint ridge count and fingertip size . Complex & Intelligent Systems, 343-352.
- Gornale, S. S. (2015). Ingerprint Based Gender Classification for Biometric Security: A State Of-The-Art Technique. American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering & Mathematics, 39-49.
- Gupta, J., S, P., & Kumar, G. (2022). Deep Learning (CNN) and Transfer Learning: A Review. Journal of Physics: Conference Series..
- Masruroh, F., Surarso, B., & Warsito, B. (2023). PERBANDINGAN KINERJA INCEPTION-RESNETV2, XCEPTION, INCEPTION-V3 DAN RESNET50 PADA GAMBAR BENTUK WAJAH. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK), 11-20.
- Miranda, D. N., Novamizanti, L., & Rizal, S. (2020). CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA KLASIFIKASI SIDIK JARI . Jurnal Teknik Informatika (JUTIF), 61-68.
- Pratama, A. D., Adiwijaya, & Faraby S, A. (2018). Sistem Pengenalan Sidik Jari Menggunakan Metode Template Matching. e-Proceeding of Engineering, 1847.

- Setiawan, W. (2019). PERBANDINGAN ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI FUNDUS. *Jurnal SimanteC*, 49-54.
- Szegedy, C., Ioffe, S., & Vanhoucke, V. (2016). Inception-v4, Inception-ResNet and the Impact of Residual Connections on Learning. Google.
- Wang, Y., Li, Y., Song, Y., & Xuewen, R. (2020). The Influence of the Activation Function in a.

