



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# IMPLEMENTASI *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* UNTUK KLASIFIKASI HIJAB MENGGUNAKAN PENDEKATAN *DEEP LEARNING*

## TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer pada  
Program Studi Sistem Informasi



Oleh:

**AMANDA IKSANUL PUTRI**  
**12150320068**



UIN SUSKA RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU**  
**PEKANBARU**  
**2025**



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSETUJUAN

### IMPLEMENTASI *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* UNTUK KLASIFIKASI HIJAB MENGGUNAKAN PENDEKATAN *DEEP LEARNING*

#### TUGAS AKHIR

Oleh:

**AMANDA IKSANUL PUTRI**  
**12150320068**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir  
di Pekanbaru, pada tanggal 16 Juni 2025

**Ketua Program Studi**

**Eki Saputra, S.Kom., M.Kom.**

**NIP. 198307162011011008**

**Pembimbing**

**Mustakim, ST., M.Kom.**

**NIP. 198807022025211003**

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK  
UNTUK KLASIFIKASI HIJAB MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN DEEP LEARNING**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**AMANDA IKSANUL PUTRI**  
**12150320068**

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 27 Mei 2025

Pekanbaru, 16 Juni 2025  
Mengesahkan,



**PLH. Dekan**

**Dr. Kunaifi, ST., PgDipEnSt., M.Sc.**  
**NIP. 197607242007101003**

**Ketua Program Studi**

**Eki Saputra, S.Kom., M.Kom.**  
**NIP. 198307162011011008**

**DEWAN PENGUJI:**

**Ketua : Siti Monalisa, ST., M.Kom.**

**Sekretaris : Mustakim, ST., M.Kom.**

**Anggota 1 : M. Afdal, ST., M.Kom.**

**Anggota 2 : Medyantiwi Rahmawita M, ST., M.Kom.**





Lampiran Surat :

Nomor : Nomor 25/2021  
Tanggal : 10 September 2021

### LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Amanda Iksanul Putri  
NIM : 12150320068  
Tempat/Tgl. Lahir : Pekanbaru / 04 Februari 2003  
Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi  
Prodi : Sistem Informasi  
Judul Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya\*:

IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK  
KLASIFIKASI HIJAB MENGGUNAKAN PENDEKATAN DEEP LEARNING

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya\* dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya\* saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya\* saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 16 Juni 2025  
Yang membuat pernyataan



Amanda Iksanul Putri  
NIM: 12150320068

\*Pilih salah satu sesuai jenis karya tulis



## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum, dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada Peneliti. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan atas izin Peneliti dan harus dilakukan mengikuti kaedah dan kebiasaan ilmiah serta menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin tertulis dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan dapat meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya dengan mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam pada *form* peminjaman.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini Peneliti menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Peneliti tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 16 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,

**AMANDA IKSANUL PUTRI**  
**NIM. 12150320068**

UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang*

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

*Alhamdulillah Rabbil 'Alamin*, segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* sebagai bentuk rasa syukur atas segala nikmat yang telah diberikan tanpa ada kekurangan sedikitpun. *Shalawat* beserta salam tak lupa pula kita ucapkan kepada junjungan dan suri teladan kita Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam* dengan mengucapkan *Allahumma Sholli'ala Sayyidina Muhammad Wa'ala Ali Sayyidina Muhammad*. Semoga kita semua selalu senantiasa mendapat syafaat-Nya di dunia maupun di akhirat, *Aamiin Ya Rabbal'alaamiin*.

Peneliti mempersembahkan karya kecil ini sebagai bentuk bakti dan rasa terima kasih yang tulus kepada ayah dan mamak tercinta. Terima kasih atas setiap pengorbanan yang telah diberikan, do'a yang senantiasa dipanjatkan, nasihat yang terus terucap, serta dukungan dan kasih sayang yang selalu menguatkan peneliti dalam menempuh kebaikan dan menghadapi masa-masa tersulit. Sampai kapanpun tiada rasa dan cara yang dapat membalas semua yang telah diberikan. Untuk itu, peneliti selalu mendo'akan yang terbaik untuk ayah dan ibu agar bahagia dunia dan akhirat, serta diberikan tempat istimewa di sisi-Nya kelak sehingga kita bisa berkumpul kembali bersama-sama di *Jannah*-Nya. Terima kasih juga peneliti ucapkan kepada adik yang sangat peneliti cintai. Terima kasih untuk segala waktu berharga yang telah dilalui bersama, do'a dan dukungan yang tiada hentinya untuk peneliti.

Kemudian peneliti ucapkan terima kasih kepada Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Sistem Informasi yang telah mewariskan ilmu yang bermanfaat dan arahan kepada peneliti untuk menyelesaikan studi di Program Studi Sistem Informasi ini. Semoga kita semua selalu diberikan kemudahan, rahmat, serta karunia-Nya. *Aamiin*

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.*





## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah Rabbil 'Alamin*, bersyukur ke hadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu yang berjudul “Implementasi *Convolutional Neural Network* untuk Klasifikasi Hijab Menggunakan Pendekatan *Deep Learning*”. *Shalawat* serta salam kita ucapkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam* dengan mengucapkan *Allahumma Sholli'Ala Sayyidina Muhammad Wa'Ala Ali Sayyidina Muhammad*. Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer di Program Studi Sistem Informasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada penulisan Tugas Akhir ini, terdapat beberapa pihak yang sudah berkontribusi dan mendukung peneliti baik berupa materi, moril, dan motivasi. peneliti ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Leny Nofianti MS., SE., M.Si., Ak., CA sebagai Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Hartono, M.Pd sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Dr. Kunaifi, ST., PgDipEnSt., M.Sc sebagai PLH Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Bapak Eki Saputra, S.Kom., M.Kom sebagai Ketua Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Ibu Siti Monalisa, ST., M.Kom sebagai Sekretaris Program Studi Sistem Informasi sekaligus Ketua Sidang yang telah memberikan arahan dalam Tugas Akhir ini.
6. Bapak Tengku Khairil Ahsyar, S.Kom., M.Kom sebagai Kepala Laboratorium Program Studi Sistem Informasi serta pengampu Mata Kuliah Tugas Akhir.
7. Ibu Idria Maita S.Kom., M.Sc sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi selama perkuliahan.
8. Bapak Mustakim, ST., M.Kom sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan serta masukan yang sangat berharga dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Bapak M. Afdal, ST., M.Kom sebagai Dosen Penguji I yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Ibu Medyantiwi Rahmawita, ST., M.Kom sebagai Dosen Penguji II yang





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

telah memberikan arahan dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

11. Ibu dan Bapak Dosen Program Studi Sistem Informasi yang telah banyak memberikan ilmunya kepada peneliti. Semoga menjadi amal *jariyah*.
12. Kedua orang tua peneliti, yaitu Ayahanda Ilhamda dan Ibunda Rahmayulis yang dengan penuh kasih, ketulusan, dan tanpa lelah, serta selalu memberikan semangat, motivasi, dukungan, bantuan, serta do'a terbaiknya kepada peneliti.
13. Saudara kandung peneliti, yaitu Adinda Riskiya Putri yang selalu mendukung peneliti berupa perhatian, semangat, serta do'a kepada peneliti.
14. Keluarga besar peneliti, baik dari pihak mamak maupun ayah yang selalu memberi dukungan dan motivasi terbaik kepada peneliti.
15. Keluarga besar *Puzzle Research Data Technology* (PREDATECH) terutama Bapak dan Ibu Pembimbing serta teman-teman yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan kebaikan kepada peneliti.
16. Sahabat-sahabat peneliti, yaitu Adinda Febriza, Khairunnisa, Rohaeti, Ayuni Fachrunisa Lubis, Desvita Hendri, Diana Nadha, Nasya Amirah Melyani, Vina Wulandari, Windy Junita Sari, dan Yulia Syarif yang selalu memberi dukungan dan do'a terbaik kepada peneliti.
17. Teman-teman seperjuangan peneliti, yaitu SIF21 khususnya Kelas C yang telah banyak membantu semasa perkuliahan.
18. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu dalam perkuliahan dan pelaksanaan Tugas Akhir ini.

Semoga segala do'a dan dorongan yang telah diberikan selama ini menjadi amal kebajikan dan mendapat balasan setimpal dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Peneliti menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini yang dapat dikirim melalui *e-mail* 12150320068@students.uin-suska.ac.id. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Akhir kata Peneliti ucapkan terima kasih.

Pekanbaru, 16 Juni 2025

Peneliti,

  
**AMANDA IKSANUL PUTRI**  
**NIM. 12150320068**



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI HIJAB MENGGUNAKAN PENDEKATAN DEEP LEARNING

AMANDA IKSANUL PUTRI  
NIM: 12150320068

Tanggal Sidang: 27 Mei 2025  
Periode Wisuda:

Program Studi Sistem Informasi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas, No. 155, Pekanbaru

## ABSTRAK

Penelitian ini menerapkan Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi gaya hijab syar'i dan belum syar'i. Tiga arsitektur *deep learning* pralatih, yaitu ResNet50, VGG16, dan DenseNet121, dikombinasikan dengan empat jenis *optimizer*: Adam, Nadam, SGDM, dan RMSprop. Dataset terdiri dari 200 gambar hijab yang diperoleh dari UIN Suska Riau dan dibagi secara seimbang menggunakan metode *hold-out* dengan rasio 80:20 untuk pelatihan dan pengujian. Proses pra-pemrosesan dilakukan melalui normalisasi gambar secara *real-time* dan augmentasi sederhana seperti rotasi dan pembalikan menggunakan *Image Data Generator*. Selama pelatihan, digunakan strategi penghentian dini, penyesuaian laju pembelajaran, dan penyimpanan model terbaik untuk memaksimalkan hasil. Evaluasi kinerja dilakukan menggunakan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*. Hasil menunjukkan bahwa DenseNet121 memberikan performa terbaik, terutama saat dikombinasikan dengan Adam, Nadam, atau RMSprop, dengan akurasi dan *F1-score* mencapai hingga 90%. VGG16 juga menunjukkan hasil baik, khususnya saat menggunakan Adam, dengan akurasi hingga 85%. Sebaliknya, ResNet50 menunjukkan hasil lebih rendah dan mengalami *overfitting*. Uji statistik menggunakan ANOVA satu arah dan Tukey HSD menunjukkan perbedaan signifikan antara model, terutama antara DenseNet121 dan ResNet50. Temuan ini menegaskan pentingnya pemilihan arsitektur dan *optimizer* dalam klasifikasi gambar, serta mendorong penelitian pada teknik augmentasi lanjutan dan validasi silang.

**Kata Kunci:** ANOVA, CNN, *Deep Learning*, DenseNet121, Klasifikasi Hijab, *Optimizer*, ResNet50, Tukey HSD, VGG16.



## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# IMPLEMENTATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR HIJAB CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING APPROACH

AMANDA IKSANUL PUTRI  
NIM: 12150320068

Date of Final Exam: May 27<sup>th</sup> 2025  
Graduation Period:

Department of Information System  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
Soebrantas Street, No. 155, Pekanbaru

## ABSTRACT

*This study applies Convolutional Neural Networks (CNN) to classify syar'i and non-syar'i hijab styles. Three pre-trained deep learning architectures ResNet50, VGG16, and DenseNet121 were combined with four types of optimizers: Adam, Nadam, SGDM, and RMSprop. The dataset consists of 200 hijab images obtained from UIN Suska Riau and was divided evenly using the holdout method with an 80:20 ratio for training and testing. The pre-processing process was performed through real-time image normalization and simple augmentation such as rotation and flipping using ImageDataGenerator. During training, early stopping strategies, learning rate adjustments, and best model saving were used to maximize results. Performance evaluation was conducted using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics. The results showed that DenseNet121 performed best, especially when combined with Adam, Nadam, or RMSprop, achieving accuracy and F1-score of up to 90%. VGG16 also showed good results, particularly when using Adam, with accuracy of up to 85%. Conversely, ResNet50 showed lower results and experienced overfitting. Statistical tests using one-way ANOVA and Tukey HSD showed significant differences between models, especially between DenseNet121 and ResNet50. These findings emphasize the importance of selecting the right architecture and optimizer in image classification, and encourage further research on advanced augmentation techniques and cross-validation.*

**Keywords:** ANOVA, CNN, Deep Learning, DenseNet121, Hijab Classification, Optimizer, ResNet50, Tukey HSD, VGG16.





**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Hijab .....	5
2.2 Data Mining .....	6

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3	Klasifikasi.....	7
2.4	<i>Deep Learning</i> .....	7
2.5	Convolutional Neural Network (CNN).....	8
2.5.1	Arsitektur ResNet50 .....	9
2.5.2	Arsitektur VGG16 .....	9
2.5.3	Arsitektur DenseNet121 .....	10
2.6	<i>Optimizers</i> .....	11
2.6.1	Adaptive Moment Estimation (Adam) .....	11
2.6.2	Nesterov-accelerated Adaptive Moment Estimation (Nadam) ....	12
2.6.3	Stochastic Gradient Descent with Momentum (SGDM) .....	12
2.6.4	Root Mean Square Propagation (RMSprop).....	13
2.7	<i>Hold-out</i> .....	14
2.8	<i>Confusion Matrix</i> .....	14
2.9	Uji ANOVA dan Uji Tukey HSD .....	15
2.10	Bahasa Pemograman Python .....	15
2.11	Penelitian Terdahulu.....	16

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN 19

3.1	Pendahuluan.....	20
3.2	Studi Pustaka.....	20
3.3	Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	20
3.3.1	Pengumpulan Data .....	20
3.3.2	Preprocessing Data.....	21
3.3.3	Pembagian Data .....	21
3.3.4	Model Arsitektur CNN .....	21
3.3.5	<i>Optimizer</i> .....	21
3.3.6	Pelatihan Model <i>Deep Learning</i> .....	22
3.3.7	Evaluasi Model <i>Deep Learning</i> .....	22
3.4	Dokumentasi .....	22

### BAB IV HASIL DAN ANALISIS 23

4.1	Proses Pengumpulan Data .....	23
4.2	Proses Pembagian Data .....	23



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.3	Proses <i>Preprocessing</i> Data.....	24
4.4	Pemodelan Menggunakan Arsitektur CNN .....	25
4.5	Proses Pelatihan Model Deep Learning.....	32
4.6	Evaluasi Model Deep Learning .....	34

## **BAB V PENUTUP 37**

5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran .....	38

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN A DATASET A-1**

A.1	<i>Dataset</i> Hijab Syar'i.....	A-1
A.2	<i>Dataset</i> Hijab Belum Syar'i .....	A-2

### **LAMPIRAN B SURAT PERIZINAN B-1**

B.1	Surat Izin Riset dari Fakultas .....	B-1
B.2	Surat Balasan dari Ma'had Al-Jami'ah .....	B-2

### **LAMPIRAN C DOKUMENTASI C-1**

C.1	Wawancara Bersama Dr. Azni., S.Ag., M.Ag.....	C-1
C.2	Pengambilan <i>Dataset</i> .....	C-1

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbedaan Hijab Syar'i dan Belum Syar'i .....	6
Gambar 2.2 Proses Pembangunan Model Analitis <i>Deep Learning</i> .....	7
Gambar 2.3 Contoh Struktur CNN.....	8
Gambar 2.4 Arsitektur ResNet50.....	9
Gambar 2.5 Arsitektur VGG16.....	10
Gambar 2.6 Arsitektur DenseNet121 .....	11
Gambar 2.7 Penggunaan <i>Optimizer Adam</i> dalam <i>computer vision</i> .....	11
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian .....	19
Gambar 4.1 Contoh Gambar Hijab Syar'i dan Hijab Belum Syar'i .....	23
Gambar 4. 2 Data Hasil <i>Preprocessing</i> .....	25
Gambar 4.3 Arsitektur ResNet50.....	25
Gambar 4.4 Arsitektur VGG16.....	26
Gambar 4.5 Arsitektur DenseNet121 .....	26
Gambar 4.6 Plot Model Arsitektur ResNet50 .....	29
Gambar 4.7 Plot Model Arsitektur VGG16 .....	30
Gambar 4.8 Plot Model Arsitektur DenseNet121 .....	31
Gambar 4.9 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Pelatihan DenseNet 121.....	34
Gambar 4.10 Contoh Gambar yang salah dalam Pengklasifikasian .....	35
Gambar A.1 <i>Dataset</i> Hijab Syar'i.....	A-1
Gambar A.2 <i>Dataset</i> Hijab Belum Syar'i .....	A-2
Gambar B.1 Surat Izin Riset dari Fakultas.....	B-1
Gambar B.2 Surat Balasan dari Ma'had Al-Jami'ah.....	B-2
Gambar C.1 Dokumentasi Wawancara.....	C-1
Gambar C.2 Dokumentasi Pengambilan <i>Dataset</i> .....	C-1



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pembagian Data .....	24
Tabel 4.2 Penjelasan Ketiga Arsitektur.....	27
Tabel 4.3 Pengaturan Hiperparameter.....	32
Tabel 4.4 Nilai <i>Accuracy</i> dari Pelatihan Model .....	32
Tabel 4.5 Nilai <i>Loss</i> dari Pelatihan Model.....	33
Tabel 4.6 Evaluasi Kerja Arsitektur .....	35
Tabel 4.7 Hasil Uji ANOVA.....	35
Tabel 4.8 Hasil Uji Tukey HSD .....	35

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR SINGKATAN

Adam	:	Adaptive Moment Estimation
ANOVA	:	<i>Analysis of Variance</i>
CNN	:	Convolutional Neural Network
DenseNet121	:	Densely Connected Convolutional Network 121-layer
FN	:	<i>False Negative</i>
FP	:	<i>False Positive</i>
Nadam	:	Nesterov-accelerated Adaptive Moment Estimation
ResNet50	:	Residual Network 50-layer
RMSprop	:	Root Mean Square Propagation
SGDM	:	Stochastic Gradient Descent with Momentum
TN	:	<i>True Negative</i>
TP	:	<i>True Positive</i>
VGG16	:	Visual Geometry Group 16



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kata hijab berasal dari Bahasa Arab yang berarti “menutupi” (Harkness, 2019). Hijab merupakan bagian penting bagi perempuan Muslim, tidak hanya mencerminkan nilai-nilai religius tetapi juga memiliki variasi dalam gaya dan aturan pemakaiannya (Koo & Han, 2018). Al-Qur'an menegaskan bahwa wanita harus berpakaian secara sederhana dan menutup aurat, namun di masa sekarang banyak *fashion trend* terutama hijab (Harkness, 2019). Industri *fashion* Islam global telah mengadopsi berbagai *trend* dalam desain hijab. Namun, pada dasarnya hijab tetap dimaksudkan sebagai tindakan ketaatan yang ditetapkan dalam Al-Qur'an dan Sunnah, bukan sekadar pernyataan mode (Grine & Saeed, 2017).

Banyaknya *trend* hijab saat ini terkadang membuat masyarakat sulit untuk membedakan antara hijab syar'i dan yang belum syar'i, apalagi di era saat ini banyak *style* jilbab modis yang populer di kalangan anak muda (Fajri *et al.*, 2022). Permasalahan ini semakin kompleks ketika proses klasifikasi hijab dilakukan secara manual, karena faktor subjektivitas dan variasi dalam gaya hijab dapat menyebabkan inkonsistensi dalam pengklasifikasian (Ardiyanto *et al.*, 2023). Pengamatan secara manual dalam mengidentifikasi jenis hijab sering kali tidak cukup dan dapat menimbulkan kebingungan, terutama dalam skala besar (Cholissodin *et al.*, 2020). Dalam dunia modern, kebutuhan akan otomatisasi dalam mengenali dan mengklasifikasikan jenis hijab semakin meningkat, terutama dalam bidang keamanan, *fashion*, dan penelitian akademik (Koo & Han, 2018).

Dengan berkembangnya teknologi *computer vision*, klasifikasi gambar berbasis kecerdasan buatan menjadi solusi yang menjanjikan untuk mengotomatisasi proses ini (Lecun *et al.*, 2015). *Deep learning*, khususnya convolutional neural networks (CNN), telah menunjukkan kinerja unggul dalam berbagai tugas klasifikasi gambar (Rinanda *et al.*, 2024), seperti deteksi objek, pengenalan wajah, dan pengenalan pola tekstur (Ahad *et al.*, 2023; Gandarias *et al.*, 2019; He *et al.*, 2015; Krizhevsky *et al.*, 2017). CNN dirancang untuk mempelajari fitur-fitur spasial seperti tepi, sudut, tekstur, atau bentuk yang lebih abstrak (Kattenborn *et al.*, 2021). CNN terdiri dari lapisan konvolusi pertama untuk mengekstrak fitur dari gambar, sedangkan lapisan terakhir untuk mengklasifikasikan data *input* (Gandarias *et al.*, 2019; Gedik & Demirhan, 2021; Lopez Pinaya *et al.*, 2019).

Beberapa penelitian telah menggunakan CNN untuk mengklasifikasikan pakaian (Liu *et al.*, 2016; Nocentini *et al.*, 2022; Seo & Shin, 2019; Shin *et al.*, 2023). Meskipun CNN telah banyak digunakan dalam klasifikasi pakaian dan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

*fashion*, penelitian khusus yang membahas klasifikasi hijab dengan berbagai arsitektur CNN masih terbatas. Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada pengenalan pakaian umum, seperti deteksi pakaian Muslim atau hijab secara umum, tanpa membedakan antara kategori spesifik hijab syar'i dan yang belum syar'i (Nocentini *et al.*, 2022).

Penggunaan algoritma CNN dalam klasifikasi gambar mempunyai tantangan utama yakni terbatasnya jumlah *dataset training*. *Transfer learning* telah diusulkan sebagai teknik umum untuk mengatasi keterbatasan ini (Albelwi, 2022). *Transfer learning* merupakan metode melatih model baru untuk tugas yang berbeda dengan memanfaatkan sebagian lapisan dari model yang sudah dilatih sebelumnya. Teknik ini membantu meningkatkan hasil dengan lebih cepat, terutama jika data yang kita miliki terbatas (Albelwi, 2022; Gandarias *et al.*, 2019; Gedik & Demirhan, 2021). CNN memiliki berbagai arsitektur yang telah dilatih sebelumnya, seperti ResNet50 (Jain *et al.*, 2024; Rathi *et al.*, 2020; Sethi *et al.*, 2021), VGG16 (Gedik & Demirhan, 2021; Kindhi & Purnomo, 2023; Yang *et al.*, 2021) dan DenseNet121 (Albelwi, 2022; Shoaib *et al.*, 2022; Vellaichamy *et al.*, 2021). Arsitektur-arsitektur ini dianggap yang terbaik berdasarkan beberapa penelitian perbandingan arsitektur CNN.

*Optimizer* dapat memiliki dampak besar pada konvergensi selama proses pelatihan, terutama untuk *transfer learning* (Kandel & Castelli, 2020). *Optimizer* berperan dalam meningkatkan *accuracy* model dengan memperbarui bobot untuk mengurangi *loss function* (Choi *et al.*, 2019; Hassan *et al.*, 2023). *Optimizer* yang tepat meningkatkan efisiensi konvergensi, mempercepat pelatihan, dan menyesuaikan pembelajaran dengan karakteristik data (Wen & Zhou, 2024). Selain itu, pencarian *hyperparameter* yang tepat menjadi kunci dalam meningkatkan efektivitas *optimizer* (Choi *et al.*, 2019). Meskipun banyak *optimizer* yang tersedia, tidak ada satu pun yang unggul di semua jenis tugas, sehingga pemilihan *optimizer* harus disesuaikan dengan masalah spesifik yang dihadapi (www.deeplearning.ai). *Optimizer* yang umum digunakan adalah Adam, Nadam, SGDM dan RMSProp.

Pada penelitian ini CNN akan diimplementasikan untuk klasifikasi gambar hijab dengan menggunakan arsitektur ResNet50, VGG16, dan DenseNet121. Penelitian ini juga akan menggunakan *optimizer* Adam, Nadam, SGDM, dan RMSprop dengan *hyperparameter* yang telah ditentukan. Penelitian ini dilakukan menggunakan pemrograman *Google Colab* dan *Python* dengan GPU Tesla T4. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan *accuracy* dan efisiensi klasifikasi hijab serta mendukung perkembangan teknologi *deep learning*.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana perbandingan model CNN dengan arsitektur ResNet50, VGG16, dan DenseNet121 dalam melakukan klasifikasi gambar hijab mahasiswa UIN Suska Riau.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *optimizer* Adam, Nadam, SGDM, dan RMSprop terhadap kinerja model CNN dalam klasifikasi hijab.
3. Kombinasi arsitektur dan *optimizer* mana yang menghasilkan performa terbaik dalam klasifikasi hijab menggunakan CNN.

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan sebuah penelitian, diperlukan penetapan batasan tertentu guna memastikan bahwa kajian tetap terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Dataset* yang digunakan merupakan *dataset* wanita berhijab yang ada di lingkungan UIN SUSKA Riau yang terdiri dari 200 gambar wanita berhijab yang dibagi menjadi dua kelas yaitu hijab syar'i dan hijab belum syar'i.
2. Gambar wanita yang diambil tidak menggunakan *niqab*/masker, warna baju tidak senada dengan hijab, tidak menggunakan jaket dan menggunakan *background* putih.
3. Pemodelan menggunakan algoritma CNN dengan arsitektur Residual Network 50 layers (ResNet50), Visual Geometry Group 16-layer network (VGG16), dan Densely Connected Convolutional Network-121 (DenseNet121).
4. Menggunakan 4 *optimizer* diantaranya ada Adaptive Moment Estimation (Adam), Nesterov-accelerated Adaptive Moment Estimation (Nadam), Stochastic Gradient Descent with Momentum (SGDM) dan Root Mean Square Propagation (RMSprop), 32 *batch size*, 100 *epoch* dan *learning rate* 0,0001 untuk jumlah iterasi *training*.
5. Proses pembagian data menggunakan teknik *hold-out* 80:20.
6. Penelitian ini berfokus pada evaluasi model tanpa melibatkan implementasi dalam bentuk aplikasi praktis.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk :

1. Membandingkan model CNN yang menggunakan arsitektur ResNet50, VGG16, dan DenseNet121 dalam klasifikasi gambar hijab mahasiswa UIN Suska Riau.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan empat jenis *optimizer* yaitu Adam, Nadam, SGDM, dan RMSprop terhadap performa model CNN dalam proses





**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

klasifikasi hijab.

3. Mengidentifikasi kombinasi terbaik antara arsitektur CNN dan *optimizer* yang menghasilkan performa paling optimal dalam klasifikasi hijab.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan mengenai arsitektur terbaik dari CNN berdasarkan percobaan yang telah dilakukan menggunakan data hijab.
2. Memberikan solusi otomatis dan akurat dalam membedakan hijab syar'i dan hijab belum syar'i.
3. Menambah referensi ilmiah dalam pengembangan teknologi *deep learning* di bidang *fashion* Muslimah.
4. Memberikan peluang riset lanjutan dalam bidang klasifikasi gambar religius berbasis *deep learning* yang lebih kompleks.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini memuat penjelasan mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan dalam laporan Tugas Akhir.

### BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan teori-teori yang mendukung dalam penelitian Tugas Akhir ini. Sumber yang digunakan yaitu berasal dari jurnal-jurnal nasional dan internasional.

### BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan alur pelaksanaan penelitian yang dilakukan oleh penulis, dimulai dari tahap pengumpulan data hingga proses analisis data.

### BAB IV: HASIL DAN ANALISIS

Bab ini memaparkan mengenai hasil dan analisis yang didapat dari pemodelan dengan menggunakan algoritma CNN.

### BAB V: PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari Tugas Akhir yang telah disusun serta saran untuk penelitian selanjutnya yang disesuaikan dengan temuan hasil penelitian.

## 2.1 Hijab

Hijab memiliki sejumlah ketentuan khusus yang harus dipenuhi. Hal ini dijelaskan oleh Syaikh Muhammad Nashiruddin Al-Albani dalam karya beliau *Hijābul Mar'ah al-Muslimah fī al-Kitāb wa al-Sunnah*, di mana beliau menguraikan syarat-syarat hijab yang sesuai dengan ajaran Al-Qur'an dan Sunnah (Sidiq, 2013):

- ## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

8. Hijab dikenakan dengan niat menjaga kehormatan, bukan sebagai sarana untuk pamer atau menarik perhatian.



**Gambar 2.1** Perbedaan Hijab Syar'i dan Belum Syar'i  
(Cholissodin *et al.*, 2020; Fajri *et al.*, 2022)

Perbedaan hijab kontemporer *versus* hijab syar'i menurut Gambar 2.1 menunjukkan dalam hal ini bahwa hijab kontemporer misalnya lebih diindikasikan sebagai hijab belum syar'i meskipun tidak selalu berarti hijab kontemporer tidak syar'i. Artinya, ada juga hijab kontemporer yang syar'i (seperti istilah hijab syar'i modis yang membuat banyak gadis, remaja, atau wanita muslimah mengenakan hijab). Beberapa ciri-ciri hijab kontemporer belum syar'i adalah cuek dengan rambut dahi yang terlihat, memakai aksesoris yang mencolok memakai kerudung yang tidak menutup dada, memakai baju dan celana yang ketat, memakai pakaian yang tidak menutup seluruh aurat. Sebaliknya, hijab syar'i adalah tidak berlebihan namun tetap elegan, mengenakan kerudung lebar yang menutupi dada dan menutupi seluruh tubuh kecuali wajah dan telapak tangan (Cholissodin *et al.*, 2020).

## 2.2 Data Mining

*Data mining* ialah aktivitas untuk menemukan pola yang tidak diketahui dan informasi yang bermanfaat dari *repository* data yang besar yang dikenal sebagai *knowledge discovery in databases* (Scholz & Wimmer, 2021). Pengertian lain *data mining* adalah Proses pencarian atau ekstraksi pola-pola yang unik, asosiasi, variasi, anomali, dan struktur yang signifikan dari sejumlah besar data yang disimpan dalam berbagai sumber data sumber seperti file sistem, *database*, gudang data atau *repository* informasi lainnya (Gupta & Chandra, 2020).

*Data mining* terdiri dari dua jenis model: deskriptif dan prediktif. Model prediktif (*forecasting*) digunakan untuk memprediksi nilai yang belum diketahui atau nilai masa depan dari variabel lain yang relevan, sedangkan model deskriptif umumnya dimanfaatkan untuk menemukan pola yang menggambarkan data yang dapat diinterpretasikan oleh manusia (Wu *et al.*, 2021).

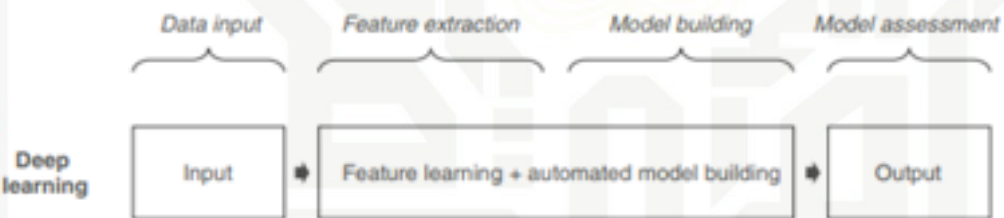


### 2.3 Klasifikasi

Klasifikasi adalah proses untuk mengklasifikasikan objek baru berdasarkan kelas-kelas yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu *supervised learning*. Algoritma klasifikasi diterapkan untuk meramalkan kelas-kelas dari data (Gupta & Chandra, 2020). Klasifikasi adalah proses dua langkah, dimana *dataset* dibagi menjadi *dataset* pelatihan dan pengujian (Scholz & Wimmer, 2021). Beberapa algoritma klasifikasi populer yaitu, CART, C4.5, Naïve Bayes, Support Vector Machine (SVM), Back Propagation, K-Nearest Neighbour (KNN) (Gupta & Chandra, 2020).

### 2.4 Deep Learning

*Deep learning* adalah sebuah subbidang dari *machine learning* yang berfokus pada penggunaan jaringan saraf tiruan yang dalam (*deep neural networks*) untuk menganalisis dan memproses data (Holzinger *et al.*, 2019; Lecun *et al.*, 2015; Sharma & Chaudhary, 2023). *Deep learning* biasanya lebih efektif dalam menangani data besar dan kompleks, seperti teks, gambar, dan suara, dibandingkan dengan teknik *machine learning* yang lebih dangkal. *Deep learning* dirancang untuk secara otomatis belajar dari data dengan cara yang mirip dengan cara manusia belajar, yaitu melalui pengalaman dan contoh (Sharma & Chaudhary, 2023). Adapun kerangka kerja pada proses pembangunan model analitis untuk *Deep Learning* dapat dilihat pada Gambar 2.2.

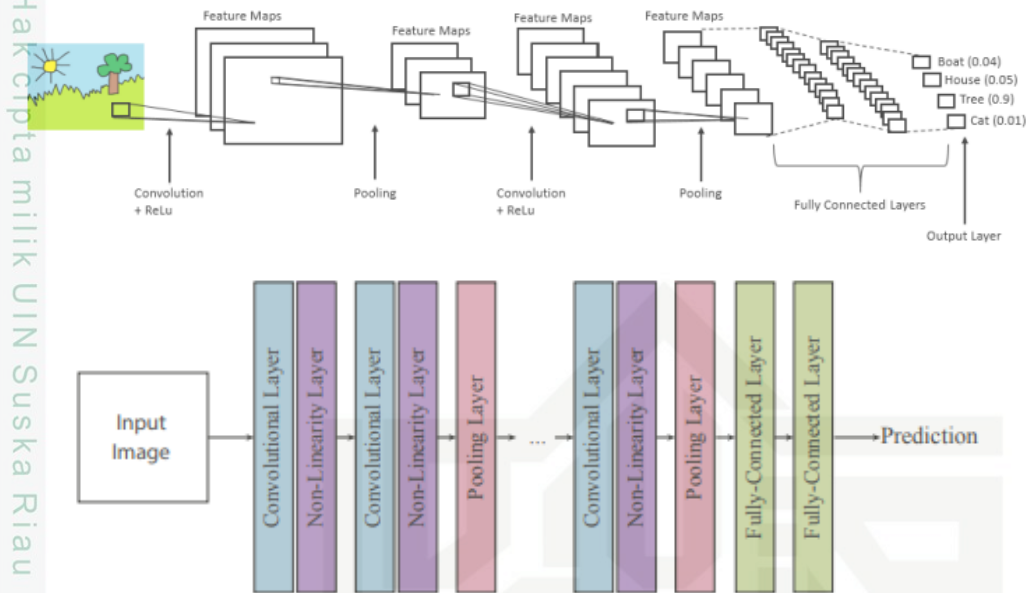


**Gambar 2.2** Proses Pembangunan Model Analitis *Deep Learning*

Proses pembangunan model analitis dalam pembelajaran *deep learning* melibatkan beberapa langkah utama. Pertama, data *input* dikumpulkan dari berbagai sumber seperti teks, gambar, dan video. Lalu, jaringan saraf secara otomatis mengekstrak fitur dari data tersebut tanpa memerlukan desain fitur manual. Selanjutnya, model dilatih menggunakan algoritma *deep learning* untuk mengenali pola dan membuat prediksi. Terakhir, model dievaluasi dengan metrik seperti *accuracy* untuk memastikan kinerja yang baik pada data pelatihan maupun data baru. Proses ini membangun kerangka kerja yang kuat untuk analisis data kompleks dan beragam (Sharma & Chaudhary, 2023).



## 2.5 Convolutional Neural Network (CNN)



**Gambar 2.3** Contoh Struktur CNN  
(Gunawan *et al.*, 2021; Lopez Pinaya *et al.*, 2019)

CNN adalah jenis jaringan saraf dalam yang dirancang khusus untuk memproses data multidimensional dalam skala besar (Gedik & Demirhan, 2021). Struktur dasar dari CNN pada Gambar 2.3 terdiri dari beberapa komponen utama. Pertama, terdapat lapisan konvolusi yang menerapkan *filter* untuk *input*, menghasilkan peta fitur yang menyoroti pola tertentu dalam data. Setelah itu, lapisan aktivasi, seperti *ReLU*, diterapkan untuk memperkenalkan non-linearitas ke dalam model, memungkinkan CNN untuk belajar dari data yang lebih kompleks. Selanjutnya, lapisan *pooling* digunakan untuk mengurangi dimensi peta fitur, yang membantu mengurangi jumlah parameter dan komputasi dalam jaringan serta menghindari *overfitting*. Di bagian akhir, lapisan *fully connected* menghubungkan semua neuron dari lapisan sebelumnya ke neuron di lapisan berikutnya, menghasilkan *output* akhir, seperti klasifikasi (Gedik & Demirhan, 2021; Lopez Pinaya *et al.*, 2019). Sederhananya bagian CNN terdiri dari lapisan konvolusi pertama untuk mengekstrak fitur dari gambar, sedangkan lapisan terakhir untuk mengklasifikasikan data *input* (Gandarias *et al.*, 2019). Kombinasi lapisan konvolusional, lapisan pengumpulan, dan lapisan yang terhubung penuh dalam CNN memungkinkan jaringan untuk mempelajari dan mengenali pola dalam data kompleks secara efektif, sehingga sangat cocok untuk tugas-tugas seperti pengenalan gambar (Ahad *et al.*, 2023).

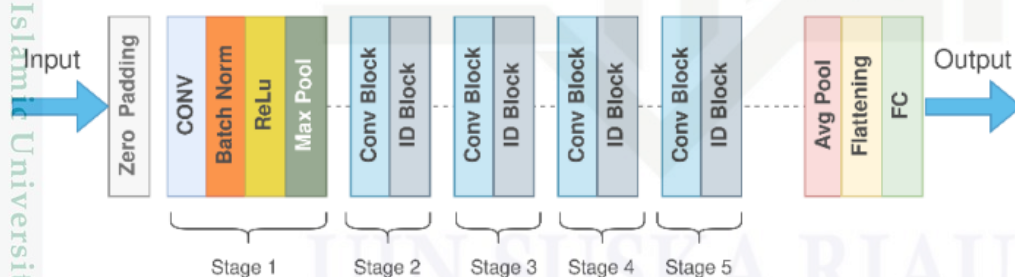
Penggunaan algoritma CNN dalam klasifikasi gambar mempunyai tantangan utama yakni terbatasnya jumlah *dataset training*. *Transfer learning*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

telah diusulkan sebagai teknik umum untuk mengatasi keterbatasan ini (Albelwi, 2022). *Transfer learning* merupakan metode melatih model baru untuk tugas yang berbeda dengan memanfaatkan sebagian lapisan dari model yang sudah dilatih sebelumnya. Teknik ini membantu meningkatkan hasil dengan lebih cepat, terutama jika data yang kita miliki terbatas (Albelwi, 2022; Gandarias *et al.*, 2019; Gedik & Demirhan, 2021). Performa klasifikasi gambar juga dipengaruhi arsitektur algoritma CNN yang digunakan, CNN memiliki banyak arsitektur diantaranya adalah ResNet50 (Sethi *et al.*, 2021), VGG16 (Gedik & Demirhan, 2021; Kindhi & Purnomo, 2023; Yang *et al.*, 2021) dan DenseNet121 (Albelwi, 2022).

### 2.5.1 Arsitektur ResNet50

ResNet50 diperkenalkan oleh peneliti Microsoft, Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, dan Jian Sun dalam paper "*Deep Residual Learning for Image Recognition*" pada 2015, yang kemudian dipresentasikan di CVPR 2016 (He *et al.*, 2015). Arsitektur ResNet menggunakan blok residual dengan *shortcut connections* untuk melatih jaringan yang sangat dalam. Setiap blok menghubungkan dua atau lebih lapisan konvolusi langsung ke *output*, memungkinkan aliran informasi tanpa perubahan dan memudahkan proses pelatihan (He *et al.*, 2015). ResNet50, dengan 50 lapisan merupakan salah satu varian dari ResNet (Mandal *et al.*, 2021) pada Gambar 2.4 merupakan visualisasi dari ResNet50. Model ResNet50, yang telah dilatih pada *dataset ImageNet*, memungkinkan pelatihan jaringan saraf yang sangat dalam tanpa masalah *vanishing gradient*. ResNet50 memecahkan masalah *gradient* yang menghilang bahkan dengan jaringan saraf yang sangat dalam. (Gedik & Demirhan, 2021; Mandal *et al.*, 2021).



**Gambar 2.4** Arsitektur ResNet50  
(Rikendry & Maharil, 2022)

### 2.5.2 Arsitektur VGG16

VGG16 adalah model jaringan saraf konvolusional yang dikembangkan oleh Visual Geometry Group (VGG) dari Universitas Oxford dan pemenang

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

algoritma pengenalan objek *ImageNet Large-Scale Visual Recognition Challenge* (ILSVRC) 2014 (Russakovsky *et al.*, 2015; Yang *et al.*, 2021). VGG16 diperkenalkan dalam paper "*Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition*" oleh Karen Simonyan dan Andrew Zisserman (Simonyan & Zisserman, 2015). Model jaringan VGG16 terdiri dari 13 lapisan konvolusional, tiga lapisan *fully connected*, dan lima lapisan *pooling* yang memungkinkan jaringan untuk belajar dari fitur sederhana hingga yang kompleks (Yang *et al.*, 2021). VGG16 menggunakan filter berukuran 3x3 di setiap *layer convolutional*, yang relatif kecil namun cukup efektif dalam menangkap fitur-fitur dari data gambar. Penggunaan ukuran filter yang seragam ini menghasilkan arsitektur yang lebih konsisten dan sederhana, yang memudahkan pemahaman dan implementasi (Simonyan & Zisserman, 2015; Yang *et al.*, 2021). Arsitektur VGG16 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Arsitektur VGG16  
(Rikendry & Maharil, 2022)

### 2.5.3 Arsitektur DenseNet121

DenseNet121 diperkenalkan oleh para peneliti Gao Huang, Zhuang Liu, Laurens van der Maaten, dan Kilian Q. Q. He dalam makalah mereka tahun 2017 berjudul *Densely Connected Convolutional Networks* (Huang *et al.*, 2017). Arsitektur DenseNet-121 secara berulang menggabungkan pola konektivitas padat dari satu lapisan ke lapisan lain di sepanjang jaringan, yang berguna untuk tugas klasifikasi dan meningkatkan penggunaan kembali fitur serta aliran *gradient* (Ahad *et al.*, 2023; Huang *et al.*, 2017). DenseNet memberikan performa yang sangat baik sekaligus menggunakan lebih sedikit memori dan daya pemrosesan dibandingkan teknik lain yang mutakhir (Albelwi, 2022; Huang *et al.*, 2022). Kelebihan utama DenseNet121 adalah kemampuannya mengatasi masalah *vanishing gradient*, yang memberikan beberapa efek positif pertama mengurangi beban pelatihan model *deep learning*; kedua memungkinkan penggunaan ulang fitur, dan ketiga menurunkan jumlah parameter dibandingkan model *deep learning* populer lainnya (Albelwi, 2022; Huang *et al.*, 2017). Arsitektur DenseNet121 dapat dilihat pada Gambar 2.6.

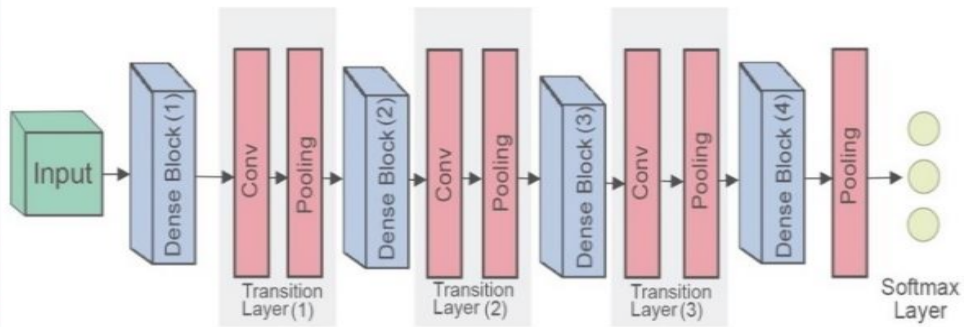


## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



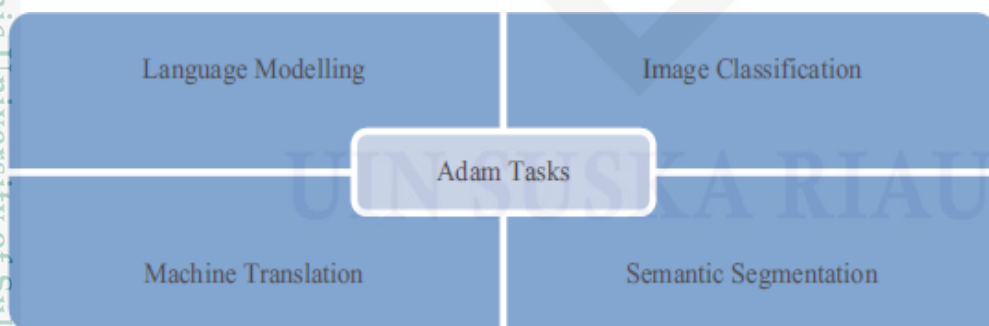
**Gambar 2.6** Arsitektur DenseNet121  
(Albelwi, 2022)

## 2.6 Optimizers

Menurut Hasaan 2023 *optimizer* digunakan untuk meningkatkan *accuracy* model. Tugas utama *optimizer* adalah memperbarui bobot untuk mengurangi nilai *loss function* (Choi *et al.*, 2019; Hassan *et al.*, 2023). *Optimizer* dapat memiliki dampak besar pada konvergensi selama proses pelatihan, terutama untuk *transfer learning* (Kandel & Castelli, 2020). *Optimizer* yang umum digunakan adalah Adam, Nadam, SGDM dan RMSProp.

### 2.6.1 Adaptive Moment Estimation (Adam)

Adam adalah teknik optimasi berbasis *gradient* orde pertama untuk fungsi objektif stokastik berdasarkan estimasi momen orde rendah yang adaptif. *Optimizer* Adam dikembangkan untuk memaksimalkan keunggulan dari SGDM dan *Optimizer* RMSProp (Kandel & Castelli, 2020). Berbeda dengan pendekatan SGD biasa, Adam digunakan untuk memperbarui bobot jaringan secara berulang tergantung pada data pelatihan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 (Hassan *et al.*, 2023). Adam berasal dari perhitungan momen evolusioner dan fitur algoritma seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (1), (2), dan (3).



**Gambar 2.7** Penggunaan *Optimizer* Adam dalam *computer vision*  
(Hassan *et al.*, 2023)





#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

### 2.6.2 Nesterov-accelerated Adaptive Moment Estimation (Nadam)

Nadam (Nesterov-accelerated Adaptive Moment Estimation) adalah algoritma optimasi yang menggabungkan keunggulan dari Nesterov Momentum dan Adam, memberikan kecepatan dan stabilitas konvergensi yang lebih baik dalam pelatihan model *deep learning* (Dozat, 2016). Algoritma ini bekerja dengan menghitung dua momen: momen pertama untuk *gradient* (rata-rata *gradient*) dan momen kedua untuk kuadrat *gradient*. Sebelum melakukan pembaruan bobot, Nadam menggunakan momentum Nesterov untuk memperkirakan posisi baru bobot, yang memungkinkan pembaruan yang lebih responsif terhadap *gradient*. Proses pembaruan parameter dalam Nadam mencakup perhitungan bias yang diperbaiki untuk kedua momen, yang kemudian digunakan untuk memperbarui parameter model. Secara umum, rumus perhitungan Nadam dapat dilihat pada persamaan (4) – (9). Dengan cara ini, Nadam tidak hanya memberikan pembaruan yang lebih akurat, tetapi juga meningkatkan efisiensi pelatihan pada berbagai jenis fungsi kehilangan dan *dataset* besar (Kingma & Ba, 2015).

1. Hitung momen pertama

$$m_t = \beta_1 m_{t-1} + (1 - \beta_1) g_t \quad (4)$$

2. Hitung momen kedua

$$v_t = \beta_2 v_{t-1} + (1 - \beta_2) g_t^2 \quad (5)$$

3. Perbaiki bias

$$m_t = \frac{m_t}{1 - \beta_1^t} \quad (6)$$

$$v_t = \frac{v_t}{1 - \beta_2^t} \quad (7)$$

4. Pembaruan parameter

$$\theta_{t+1} = \theta_t - \alpha \frac{m_t}{\sqrt{v_t + \epsilon}} \quad (8)$$

5. Tambahkan Momentum Nesterov

$$\theta_{t+1} = \theta_t - \alpha \frac{m_{t+1}}{\sqrt{v_t + \epsilon}} \quad (9)$$

### 2.6.3 Stochastic Gradient Descent with Momentum (SGDM)

SGD ialah algoritma paling dasar dan sering digunakan di dalam algoritma *machine learning* (Hassan). *Optimizer* Stochastic Gradient Descent (SGD) membantu proses pelatihan menjadi lebih cepat dibandingkan traditional *gradient*



*descent*. SGD tidak menghitung *gradient* dari semua contoh pelatihan dan memperbarui bobot, sedangkan memperbarui bobot dari setiap contoh pelatihan  $x_i, y_i$ , seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (10) (Hassan *et al.*, 2023).

$$w = w - lr. \nabla_w L(x_i, y_i, W) \quad (10)$$

*Optimizer* SGDM tetap menggunakan SGD dengan tambahan momentum yang mampu menentukan bobot selanjutnya berdasarkan kombinasi *linear gradient* dengan update sebelumnya, hasilnya dapat diperoleh dengan cepat dan konvergensi yang akurat.

Berdasarkan prinsip momentum dari fisika, SGD difokuskan untuk terus bergerak dengan arah yang sama dengan langkah waktu sebelumnya. Momentum ini didapatkan dengan memperkenalkan dua variabel baru, yaitu kecepatan dan gesekan, seperti yang diberikan oleh Persamaan (11) dan (12) (Hassan *et al.*, 2023).

$$vt + 1 = pvt + \nabla_w L(x, w) \quad (11)$$

$$w = w - lr. vt + 1 \quad (12)$$

Kecepatan dihitung sebagai mean dari *gradient* yang bergerak ke suatu titik dalam waktu tertentu, yang mengindikasikan arah pergerakan *gradient* tersebut. Pada setiap step dalam waktu, kecepatan diperbarui dengan mengurangi kecepatan sebelumnya dengan sebuah faktor dan menambahkan *gradient* bobot pada waktu saat ini. Kemudian, bobot diperbarui ke arah pergerakan vektor kecepatan (Hassan *et al.*, 2023).

#### 2.6.4 Root Mean Square Propagation (RMSprop)

*Optimizer* RMSProp, bagian dari kelompok *gradient* adaptif, diperkenalkan untuk mengatasi masalah menentukan nilai awal dari *learning rate*, dimana proses ini sedang dipelajari selama pelatihan. Aspek ini diatasi oleh RMSProp dengan mempertahankan rata-rata pergerakan dari *gradient* kuadrat dan mengubah pembaruan bobot dengan nilai ini. Pembaruan *gradient* diuraikan dalam (Hassan *et al.*, 2023) seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (13) dan (14).

$$vt = \delta_{vt-1} + (1 - \delta)(\nabla_w L(x, y, w_t))^2 \quad (13)$$

$$w = w - \frac{1}{\sqrt{vt+e}} \odot (\nabla_w L(x, y, w))^2 \quad (14)$$

*Denominator* RMSProp adalah nilai rata-rata kuadrat akar RMS dari kesalahan *gradient*, sesuai dengan nama algoritmanya. Umumnya algoritma



tingkat adaptif, menambahkan nilai sangat kecil yang dilambangkan dengan  $\epsilon$  untuk mencegah penyebut menjadi nol. Manfaat utama dari penggunaan RMSprop adalah bahwa algoritma ini memecahkan masalah AdaGrad dalam hal kecepatan pembelajaran progresif (yaitu, penurunan kecepatan pembelajaran dari waktu ke waktu, sehingga memperlambat pelatihan, yang dapat menyebabkan pembekuan). Adapun kekurangannya, algoritma RMSprop hanya dapat menghitung minimum lokal dan bukan minimum global (Hassan *et al.*, 2023).

## 2.7 Hold-out

*Hold-out* adalah metode yang umum digunakan untuk mengevaluasi model *machine learning* (Nouhaila *et al.*, 2022). *Hold-out* adalah teknik pembagian data yang membagi data menjadi 2 set yaitu *dataset training* dan *dataset testing* (Moutari & Moore, 2021; Nouhaila *et al.*, 2022). Rasio yang umum digunakan adalah 80:20, rasio lain seperti 70:30, 60:40, dan bahkan 50:50 juga digunakan dalam praktik. Tampaknya tidak ada panduan yang jelas tentang rasio apa yang terbaik atau optimal untuk kumpulan data tertentu (Joseph, 2022). *Hold-out* adalah pendekatan yang sederhana yang dapat menghemat waktu dan sumberdaya serta mampu memberikan estimasi model yang tidak terlalu bias dibandingkan metode lainnya (Nouhaila *et al.*, 2022).

## 2.8 Confusion Matrix

*Confusion matrix* adalah tabel evaluasi yang menunjukkan kinerja model klasifikasi dengan membandingkan label asli (*ground truth*) dengan label prediksi. *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score* dapat dihitung dari *Confusion matrix* yang berfungsi untuk mengukur seberapa baik model dalam melakukan prediksi. Berikut adalah penjelasan sederhana tentang masing-masing metrik (Yang *et al.*, 2021):

1. *Accuracy*: Menunjukkan seberapa banyak prediksi yang benar dibandingkan dengan total prediksi yang dilakukan oleh model.
2. *Precision*: Mengukur ketepatan prediksi positif model, yaitu seberapa banyak prediksi positif yang benar dibandingkan dengan semua prediksi positif yang dibuat model.
3. *Recall* (Tingkat Deteksi): Mengukur seberapa banyak dari data positif yang berhasil ditemukan oleh model.
4. *F1-score*: Merupakan kombinasi dari *precision* dan *recall*, memberikan gambaran yang lebih seimbang tentang kinerja model. *F1-score* bernilai antara 0 dan 1, di mana 1 adalah hasil terbaik.

Rumus-rumus perhitungannya dapat dilihat pada persamaan (15) – (18) (Gunawan *et al.*, 2021; Rikendry & Maharil, 2022; Yang *et al.*, 2021):



1. *Accuracy*
2. *Precision*
3. *Recall*
4. *F1-score*

$$A = \frac{(TP+TN)}{(TP+TN+FP+FN)} \quad (15)$$

$$P = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (16)$$

$$R = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (17)$$

$$F1 = 2 \frac{(P \times R)}{(P+R)} \quad (18)$$

Metrik dasar yang digunakan dalam perhitungan ini adalah:

1. TP (*True Positive*): Prediksi benar untuk kelas positif.
2. FN (*False Negative*): Prediksi salah untuk kelas positif
3. FP (*False Positive*): Prediksi salah untuk kelas negatif
4. TN (*True Negative*): Prediksi benar untuk kelas negatif.

## 2.9 Uji ANOVA dan Uji Tukey HSD

Uji *Analysis of Variance* (ANOVA) satu arah digunakan untuk mengevaluasi signifikansi statistik dan mengonfirmasi variasi dalam kinerja model. Untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan, uji ANOVA menghasilkan nilai *P-value* dan *F-statistic*. Perbedaan yang signifikan ditunjukkan oleh nilai *P-value* kurang dari 0,05. Uji perbandingan multipel yang digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan antara tiga atau lebih kelompok item studi adalah uji Tukey HSD. Uji Tukey HSD menentukan pasangan model mana yang berbeda secara signifikan (Arif *et al.*, 2023; Febriani *et al.*, 2023).

## 2.10 Bahasa Pemrograman Python

*Python* didesain oleh Guido van Rossum di tahun 1990, dengan menyerahkan proposal kepada Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) untuk membangun kurikulum komputer yang cocok bagi siswa-siswa dan alat yang efektif dan mudah digunakan untuk analisis dan pengembangan program (Nagpal & Gabrani, 2019). *Python* menjadi populer bagi *data scientists* dan *software developers* karena beragam alasan, termasuk simpel dan sintaks yang seperti *pseudocode*, modularitas, desain, berorientasi objek, profil, portabilitas, pengujian (Hao & Ho, 2019; Nagpal & Gabrani, 2019). Ada dua versi utama *Python*, versi 2.x dan 3.x, keduanya tidak kompatibel sepenuhnya meskipun secara umum hampir sama. Versi 2.x adalah *legacy version*, sedangkan Versi 3.x adalah redesain berdasarkan versi 2.x yang dianggap sebagai masa depan *Python* (Hao & Ho, 2019).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## 2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Sethi dan teman-teman pada tahun 2021 mengembangkan teknik *real-time* yang sangat akurat untuk mendeteksi wajah tanpa masker di tempat umum, menggunakan kombinasi detektor satu tahap dan dua tahap untuk mencapai waktu inferensi rendah dan *accuracy* tinggi. Studi ini menerapkan ResNet50 sebagai *baseline* dengan *transfer learning* untuk menyatukan informasi semantik tingkat tinggi dalam beberapa peta fitur, serta mengusulkan transformasi kotak pembatas untuk meningkatkan kinerja lokalisasi selama deteksi masker. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa teknik yang diusulkan mencapai *accuracy* tinggi (98,2%) dan menghasilkan *precision* dan *recall* yang lebih tinggi dibandingkan dengan model *baseline* publik terbaru seperti *Retina Face Mask detector*, menjadikannya sangat cocok untuk perangkat pengawasan video (Sethi *et al.*, 2021). Penelitian lain yang dilakukan Jain dkk tahun 2024, Studi ini mengusulkan pendekatan deteksi masker wajah untuk gambar statis dan video *real-time* yang dapat membedakan antara gambar dengan masker dan tanpa masker. Penelitian ini bertujuan untuk mencapai *accuracy* deteksi yang tinggi dengan menggunakan *transfer learning* dari arsitektur ResNet-50 dan fokus pada deteksi serta lokalisasi. Eksperimen juga membandingkan model-model *pre-trained* lainnya seperti AlexNet, ResNet, dan VGGNet. Sistem yang diusulkan mencapai *accuracy* 98,4% ketika menggunakan ResNet-50 dan menunjukkan nilai *precision* dan *recall* yang lebih baik dibandingkan dengan model yang ada, serta memiliki potensi untuk diterapkan dalam aplikasi pengawasan video (Jain *et al.*, 2024). Penelitian mengenai ResNet-50 juga dilakukan oleh Rathi dkk tahun 2020, Penelitian ini mengatasi hambatan komunikasi yang dihadapi oleh komunitas tuna rungu dan mengusulkan pendekatan otomatis untuk pengenalan bahasa isyarat menggunakan pembelajaran mendalam. Penulis mengusulkan arsitektur jaringan saraf dalam berbasis ResNet50 tingkat 2 untuk mengklasifikasikan kata yang dieja dengan jari. *Dataset* yang digunakan adalah *dataset* gerakan tangan Bahasa Isyarat Amerika oleh Barczak *et al.* (2011), yang pertama kali diperbesar menggunakan berbagai teknik augmentasi. Arsitektur ini terdiri dari dua tingkat: pada Tingkat 1, gambar *input* diklasifikasikan ke dalam salah satu dari empat set, dan pada Tingkat 2, model tingkat kedua yang sesuai memprediksi kelas sebenarnya dari gambar tersebut. Pendekatan ini mencapai *accuracy* 99,03% pada 12.048 gambar uji, menunjukkan efektivitasnya dalam pengenalan bahasa isyarat otomatis (Rathi *et al.*, 2020).

Penelitian oleh Kindhi dan Purnomo (2023) telah menerapkan metode VGG16 yang dimodifikasi, untuk mendeteksi gender pada objek yang mengenakan aksesoris seperti topi, bandana, kerudung, dan lainnya. Mereka berhasil meningkatkan *accuracy* deteksi gender secara signifikan, dari 77% menjadi 90,56%, melalui penggunaan *transfer learning* dan teknik augmentasi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

data pada *dataset* yang mereka bangun sendiri (Kindhi & Purnomo, 2023). Gedik dan Demirhan (2021) dalam penelitian mereka menunjukkan bahwa identifikasi otomatis orang yang tidak memakai masker wajah di komunitas sangat penting untuk pencegahan dan pengendalian COVID-19. Mereka membandingkan kinerja model pembelajaran mendalam otomatis, termasuk yang menggunakan *transfer learning* untuk deteksi masker wajah pada gambar, dan menemukan bahwa model VGG16 menunjukkan kinerja terbaik dengan *accuracy* 97,82%, sementara MobileNetV2 menunjukkan kinerja terendah dengan *accuracy* 72,44% (Gedik & Demirhan, 2021). Nugraha *et al* pada tahun 2023 melakukan penelitian dengan membandingkan beberapa arsitektur. Penelitian ini membahas tantangan dalam pengenalan pola tulisan tangan aksara Arab, yang ditulis dari kanan ke kiri dan memiliki berbagai gaya tulisan tangan yang berbeda. Fokus utama penelitian ini adalah membandingkan *accuracy* lima arsitektur CNN, yaitu GoogleNet, AlexNet, VGG-16, LeNet-5, dan ResNet-50, dalam mengenali pola tulisan tangan aksara Arab. Dengan menggunakan 8400 gambar data dan perbandingan data pelatihan dan pengujian 80:20, penelitian ini menemukan bahwa arsitektur VGG-16 menghasilkan *accuracy* terbaik sebesar 83,99%. Konfigurasi model yang digunakan mencakup 64 filter pada setiap *layer* konvolusi, kernel 3x3, 128 neuron, *dropout* 50% untuk mengurangi *overfitting*, *learning rate* 0.001, dan ukuran gambar 64x64 piksel dengan *input* citra grayscale. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa VGG-16 memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran aksara Arab, serta memberikan wawasan tentang pengenalan tulisan tangan dalam aksara Arab dengan model CNN (Nugraha *et al.*, 2023).

Penelitian oleh Albelwi (2022) menunjukkan bahwa kondisi cuaca memiliki dampak signifikan terhadap kehidupan sehari-hari manusia dan berbagai aspek produksi, mulai dari pilihan pakaian hingga perjalanan, olahraga luar ruangan, dan sistem energi surya. Dengan kemajuan terkini dalam penglihatan komputer berbasis metode pembelajaran mendalam, studi ini mengusulkan model pembelajaran mendalam berbasis DenseNet-121 untuk mengenali kondisi cuaca dari gambar dengan efektif, mencapai tingkat *accuracy* sebesar 95,9% (Albelwi, 2022). Pada penelitian yang dilakukan oleh Shoaib dkk pada 2022, Penelitian ini membahas klasifikasi gambar untuk mendeteksi *ductal carcinoma* pada kanker payudara. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan berbagai model *deep learning* dalam mendeteksi *ductal carcinoma* dan menentukan model mana yang memberikan *accuracy* tertinggi. Berbagai model CNN yang dimodifikasi dibandingkan berdasarkan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Model DenseNet121 dibandingkan dengan MobileNet V2, ResNet50, dan VGG16. Hasilnya menunjukkan bahwa model DenseNet121 memberikan *accuracy* terbaik sebesar 89,25% dalam mengklasifikasikan gambar dengan benar (Shoaib *et al.*,



2022). Penelitian mengenai DenseNet-121 juga dilakukan oleh Vellaichamy dkk tahun 2021. Penelitian ini mengusulkan penggunaan DenseNet-121 untuk deteksi penyakit tanaman, dengan tujuan meningkatkan efisiensi produksi pertanian. Model ini dilatih untuk mengklasifikasikan 29 penyakit pada 7 jenis tanaman menggunakan 35.779 gambar dari *dataset* Huges DP Plant-Village. Hasil eksperimen di *Google Colab* menunjukkan *accuracy* 94,96% setelah 50 *epoch* dengan *learning rate* 0.002 (Vellaichamy *et al.*, 2021).

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

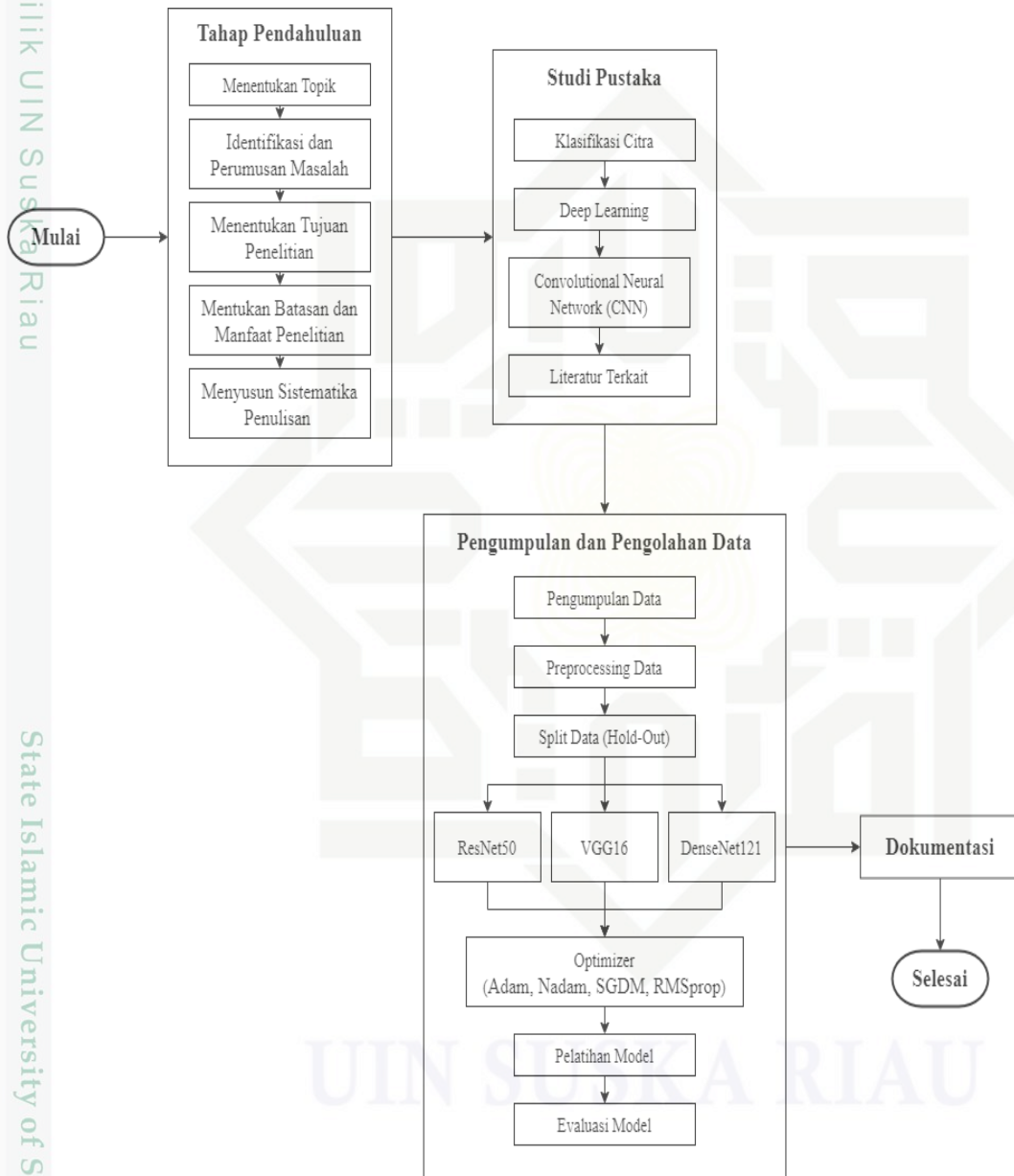
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Adapun proses penelitian ini ialah (1) tahap pendahuluan, (2) studi pustaka, (3) pengumpulan dan pengolahan data, serta yang terakhir (4) dokumentasi. Alur metodologi penelitian ini dapat dijelaskan pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1** Metodologi Penelitian





### 3.1 Pendahuluan

Tahap ini merupakan awal dari penelitian yang dilakukan pada tahap ini adalah :

1. Menentukan Topik Penelitian, menentukan hal apa yang akan dibahas dalam penelitian. Dalam penelitian ini mengenai penerapan CNN, untuk melakukan klasifikasi gambar hijab. Topik ini menggabungkan teknologi *deep learning* dalam bidang pengolahan citra untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis hijab berdasarkan fitur visual yang ada pada gambar.
2. Mengidentifikasi dan merumuskan masalah, pada bagian ini masalah berasal dari sulitnya membedakan hijab syar'i dan yang belum syar'i baik secara langsung maupun melalui media atau foto dan bagaimana mengimplementasikannya menggunakan *deep learning*.
3. Menentukan Tujuan Penelitian, untuk memperjelas maksud dari penelitian yang dilakukan. Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu dapat membedakan hijab syar'i dan belum syar'i serta melakukan perbandingan model dari arsitektur CNN yaitu ResNet50, VGG16, dan DenseNet121 untuk mendapatkan model terbaik.
4. Menetapkan batasan penelitian bertujuan untuk menjaga fokus penelitian tetap berada dalam ruang lingkup yang telah ditentukan, sehingga arah penelitian menjadi terarah dan manfaatnya dapat tergambarkan secara jelas.
5. Tahap terakhir yaitu menentukan sistematika penulisan agar tulisan atau penelitaian terstruktur dengan baik dan mudah dipahami.

### 3.2 Studi Pustaka

Melakukan studi pustaka dengan menghimpun dan mengkaji berbagai referensi yang berkaitan dengan klasifikasi citra digital, *deep learning*, model CNN, serta menelaah hasil-hasil penelitian terdahulu dari berbagai sumber literatur yang relevan, baik dari jurnal internasional maupun jurnal nasional.

### 3.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data

#### 3.3.1 Pengumpulan Data

*Dataset* berupa gambar wanita menggunakan hijab di lingkungan UIN Suska Riau yang diambil secara langsung menggunakan kamera *handphone* OPPO A31 dengan spesifikasi kamera utama yaitu 12 MP, f/1.8, *wide-angle*, menggunakan rasio foto 4:3 dan foto diambil dengan jarak  $\pm 1$ m. *Dataset* berjumlah 200 gambar dibagi menjadi dua jenis yaitu gambar pertama adalah kelompok gambar hijab syar'i sebanyak 100 gambar dan kelompok gambar hijab belum syar'i sebanyak 100 gambar. Data dikelompokkan sesuai Al-Qur'an dan sunnah serta oleh bantuan yang ahli dibidangnya.



### 3.3.2 Preprocessing Data

Langkah berikutnya adalah melakukan preprocessing data hijab melalui proses normalisasi dan augmentasi gambar. Normalisasi dilakukan dengan mengubah skala nilai piksel dari rentang 0–255 ke rentang 0–1, sehingga mempermudah proses komputasi dalam pelatihan model. Tujuan dari normalisasi ini adalah untuk menghasilkan distribusi data yang seragam atau memiliki *mean* dan variasi yang sama pada setiap kanal warna atau piksel gambar. Sehingga, normalisasi memungkinkan model untuk memproses data dengan lebih baik dan stabil, serta memungkinkan konvergensi yang lebih cepat selama pelatihan model. Kemudian augmentasi data gambar bertujuan meningkatkan keragaman *dataset*, tetapi tetap mempertahankan fitur prognostik dari gambar yang dilakukan untuk memperbanyak jumlah *dataset*. Augmentasi yang dilakukan yaitu dengan menggunakan *image data generator* dengan merotasi gambar sebesar  $30^\circ$  dan memutar gambar secara horizontal.

### 3.3.3 Pembagian Data

Setelah mendapatkan *dataset*, kemudian pembagian data latih dan data validasi menggunakan teknik *hold-out* karena pembagian data menggunakan teknik ini sederhana yang dapat menghemat waktu dan sumberdaya serta mampu memberikan estimasi model yang tidak terlalu bias. Rasio pembagian data yang digunakan yaitu 80:20 karena rasio ini umum digunakan dan memiliki keseimbangan yang baik antara data pelatihan dan data pengujian. Pembagian 80:20 mengambil justifikasinya dari prinsip Pareto yang terkenal (Joseph, 2022).

### 3.3.4 Model Arsitektur CNN

Setiap arsitektur CNN memiliki jumlah lapisan (*layer*) yang berbeda. Untuk memodelkan arsitektur seperti ResNet50, VGG16, dan DenseNet121 dapat menggunakan *library TensorFlow* dan *Keras* dalam *Google Colab* dengan bahasa pemrograman *Python*. *Google Colab* menyediakan platform yang mudah digunakan untuk eksperimen model *deep learning* tanpa harus mengonfigurasi perangkat keras secara manual.

### 3.3.5 Optimizer

Algoritma optimasi merupakan dasar utama yang memungkinkan mesin untuk belajar dan melakukan penyesuaian berdasarkan kesalahan yang terjadi selama proses pelatihan. Setelah didapatkan model arsitektur ResNet50, VGG16, dan DenseNet121, kemudian menguji beberapa *optimizers* yakni Adam, Nadam, SGDM dan RMSprop menggunakan *hyperparameters* yaitu *learning rate* dan Momentum (khusus SGDM). *Hyperparameters optimizers* yang mempunyai pengaruh terhadap *accuracy* suatu model ialah *learning rate*. *learning rate* yang



digunakan dalam penelitian ini dimulai dari 0,0001 dan akan diturunkan secara otomatis dengan menggunakan *callback reduce lr on plateau*.

### 3.3.6 Pelatihan Model *Deep Learning*

Model arsitektur CNN akan dilatih menggunakan teknik *transfer learning* dari *ImageNet*, dengan tujuan untuk memanfaatkan bobot yang sudah terlatih pada *dataset* besar dan umum. Setelah itu, dilakukan *fine-tuning* pada lapisan atas model untuk menyesuaikan dengan *dataset* citra khusus, dalam hal ini untuk klasifikasi hijab. *Batch size* dan jumlah *epoch* adalah dua parameter penting yang mempengaruhi kualitas dan hasil pelatihan model. Pada penelitian ini *Batch size* dan jumlah *epoch* yang digunakan yaitu 32 dan 100. Penyesuaian yang tepat pada kedua parameter ini dapat meningkatkan *accuracy* model dalam mengklasifikasikan gambar hijab, dengan memastikan bahwa model tidak *overfitting* atau *underfitting* pada data pelatihan. Pada pelatihan model *deep learning* ini juga menggunakan *callback* lain selain *reduce lr on plateau* yaitu *early stopping* dan *model check point*. *Early stopping* berfungsi untuk menghentikan proses pelatihan secara otomatis jika performa model (misalnya *accuracy* validasi atau *loss*) berhenti membaik dalam beberapa *epoch*, sedangkan *model check point berfungsi untuk* Menyimpan model ke *file* setelah setiap *epoch* jika performanya membaik berdasarkan *metric* yang dipantau.

### 3.3.7 Evaluasi Model *Deep Learning*

*Loss function* yang digunakan dalam penelitian ialah *Cross Entropy*. *Dataset* terdiri dari 2 label sehingga digunakan fungsi aktivasi *sigmoid*. Proses evaluasi model dilakukan menggunakan *training* dan *validation curve deep learning*, *confusion matrix* dan metrik pengukuran yakni *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*.

Setelah akurasi didapat selanjutnya dilakukan uji statistik untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan signifikan dari percobaan menggunakan tiga arsitektur yang dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA. Dalam pengujian menggunakan ANOVA jika *P-value* kurang dari 0,05 maka dilanjutkan dengan uji Tukey HSD untuk dilakukan perbandingan berpasangan.

## 3.4 Dokumentasi

Tahap dokumentasi merupakan proses penyusunan laporan Tugas Akhir dengan mendeskripsikan secara sistematis seluruh aktivitas yang telah dilakukan selama pelaksanaan penelitian ini.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini melakukan klasifikasi hijab menggunakan tiga arsitektur CNN yaitu ResNet50, VGG16, dan DenseNet121 di kombinasikan dengan empat *optimizer* yaitu Adan, Nadam, SGDM, dan RMSprop. *Dataset* yang digunakan yaitu citra wanita berhijab dilingkungan UIN Suska Riau. Data dikelompokkan menjadi 2 kelas yaitu syar'i sebanyak 100 data dan belum syar'i juga 100 data. Data yang telah dikelompokkan tersebut dibagi lagi menjadi data latih, uji, dan validasi dengan rasio perbandingan 80:20. Dalam pelatihan model menggunakan augmentasi dari *image data generator* dan 3 *callbacks*. Dalam pelatihan data, *hyperparameter* dan augmentasi sangat memberikan pengaruh pada performa model. Performa model diuji menggunakan *confusion matrix* yang dibandingkan berdasarkan akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score*. Setelah itu hasil penelitian dilakukan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey. Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, menunjukkan bahwa:

1. Perbandingan arsitektur CNN (ResNet50, VGG16, dan DenseNet121) menunjukkan bahwa DenseNet121 merupakan arsitektur dengan performa terbaik dalam klasifikasi gambar hijab mahasiswi UIN Suska Riau. Model ini mampu mencapai akurasi hingga 90%, dengan F1-score tertinggi sebesar 0.9048 saat dikombinasikan dengan *optimizer* RMSprop, serta nilai *precision* 0.8636 dan *recall* 0.9500. Bahkan saat dikombinasikan dengan *optimizer* Adam dan Nadam, DenseNet121 tetap menunjukkan performa tinggi dengan F1-score konsisten sebesar 0.9000. Di sisi lain, VGG16 juga menunjukkan hasil yang baik, khususnya saat digunakan dengan *optimizer* Adam (F1-score 0.8571, *accuracy* 85%) dan RMSprop (F1-score 0.8182, *accuracy* 80%). Sebaliknya, ResNet50 menunjukkan kinerja yang jauh lebih rendah. Misalnya, kombinasi dengan Adam dan SGDM menghasilkan F1-score 0.0000 dan akurasi hanya 50%, bahkan kombinasi terbaiknya (dengan RMSprop) hanya menghasilkan F1-score 0.3704 dan akurasi 57.5%, serta mengalami *overfitting*.
2. Pemilihan *optimizer* terbukti memengaruhi performa klasifikasi secara signifikan. *Optimizer* Adam, Nadam, dan RMSprop menghasilkan performa yang lebih stabil dan tinggi dibandingkan SGDM. Sebagai contoh, kombinasi DenseNet121-RMSprop mampu mencapai F1-score tertinggi (0.9048), sedangkan kombinasi terbaik VGG16 menggunakan Adam menghasilkan F1-score 0.8571. *Optimizer* SGDM konsisten menghasilkan performa terendah, terutama pada ResNet50 dengan F1-score 0.0000 dan akurasi 50%, serta pada VGG16 yang hanya mencapai F1-score 0.6222.



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Kombinasi arsitektur dan optimizer terbaik dalam penelitian ini adalah DenseNet121 dengan Adam, Nadam, atau RMSprop, di mana ketiganya menghasilkan akurasi hingga 90% dan F1-score  $\geq 0.90$ . Hasil uji ANOVA satu arah dan Tukey HSD menunjukkan bahwa performa DenseNet121 dan VGG16 secara statistik berbeda signifikan dibandingkan ResNet50 dengan nilai  $p < 0,05$ . Oleh karena itu, DenseNet121 yang dikombinasikan dengan optimizer seperti RMSprop atau Adam direkomendasikan sebagai pendekatan paling efektif dalam klasifikasi hijab berbasis CNN.

## 5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian di masa mendatang, disarankan untuk menerapkan teknik augmentasi data yang lebih beragam dan terkontrol, seperti rotasi dengan sudut bervariasi, zoom in/out, perubahan intensitas pencahayaan, serta pembalikan horizontal dan vertikal. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap variabilitas citra di dunia nyata. Selain itu, penggunaan metode validasi silang, seperti *k-fold cross validation*, perlu dipertimbangkan guna memperoleh estimasi kinerja model yang lebih stabil dan tidak bergantung pada satu subset data tertentu saja. Validasi silang juga dapat mengurangi potensi bias evaluasi dan memberikan gambaran performa model yang lebih menyeluruh. Tak kalah penting, peningkatan jumlah dan keberagaman data pelatihan melalui ekspansi dataset baik dengan menambah jumlah sampel dari sumber yang relevan maupun menggabungkan data dari domain serupa dapat berkontribusi signifikan dalam meningkatkan ketahanan dan akurasi model. Dengan mengintegrasikan strategi augmentasi lanjutan, validasi silang yang sistematis, serta perluasan dataset, penelitian di masa depan diharapkan dapat menghasilkan model klasifikasi hijab yang lebih *robust*, presisi tinggi, dan dapat diandalkan dalam skenario dunia nyata yang lebih kompleks.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahad, M. T., Li, Y., Song, B., & Bhuiyan, T. (2023). Comparison of CNN-based deep learning architectures for rice diseases classification. *Science Direct*, 9(1), 22–35. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2023.07.001>
- Albelwi, S. A. (2022). Deep Architecture based on DenseNet-121 Model for Weather Image Recognition. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(10), 559–565. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0131065>
- Ardiyanto, F. R., Dewi, Y. R., Fitriyani, Z. A., & ... (2023). Application of Artificial Intelligence (Ai) for Hijab Business in Mojokerto Using Sentiment Analysis Method Natural Language Processing (Nlp). *Jurnal Ekonomi*, 12(03), 1592–1600. <https://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/Ekonomi/article/view/2339>
- Arif, Ade Alfarez, D., & Rizky Ramadhan, M. (2023). Anova dan Tukey HSD Perbandingan Produksi Padi Antara Tiga Kabupaten di Provinsi Jambi Anova and Tukey HSD Comparison of Rice Production Between Three Regencies in Jambi Province. *Multi Proximity: Jurnal Statistika Universitas Jambi*, 2(1), 23–31. [https://doi.org/10.22437/multiproximity.v2i1.25908](https://online-journal.unja.ac.id/multiproximity23https://doi.org/10.22437/multiproximity.v2i1.25908)
- Choi, D., Shallue, C. J., Nado, Z., Lee, J., Maddison, C. J., & Dahl, G. E. (2019). *On Empirical Comparisons of Optimizers for Deep Learning*. 1. <http://arxiv.org/abs/1910.05446>
- Cholissodin, I., Palupi, D. E., Putra, M. Y. Y., & Aprilisia, S. (2020). Detection of hijab syar'i as smart clothes system for moslem people using high performance of parallel computing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 456(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/456/1/012074>
- Dozat, T. (2016). Incorporating Nesterov Momentum into Adam. *ICLR Workshop*, 1. <https://openreview.net/forum?id=OM0jvwB8jIp57ZJjtNEZ>
- Fajri, F. N., Malik, K., & Pratamasunu, G. Q. O. (2022). Metode Pengumpulan Data Pada Deteksi Pakaian Hijab Syar'I Berdasarkan Citra Digital Menggunakan Teachable machine Learning. *Justek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 5(2), 194. <https://doi.org/10.31764/justek.v5i2.11614>
- Febriani, S., Astuti, Ediputra, K., & Zulfah. (2023). Anova dan Tukey HSD Analisis Kesalahan Siswa dalam Menjawab Soal Cerita Matematika Berdasarkan Kriteria Watson. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 2(1), 183–188. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v2i1.139>
- Gandarias, J. M., Garcia-Cerezo, A. J., & Gomez-De-Gabriel, J. M. (2019). CNN-Based Methods for Object Recognition with High-Resolution Tactile Sensors. *IEEE Sensors Journal*, 19(16), 6872–6882. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2019.2912968>
- Gedik, O., & Demirhan, A. (2021). Comparison of the effectiveness of deep learning methods for face mask detection. *Traitement Du Signal*, 38(4), 947–953. <https://doi.org/10.18280/ts.380404>

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultanahyarif Kasim Riau





#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- Grine, F., & Saeed, M. (2017). *Article information : Is Hijab a fashion statement?: A study of Malaysian Muslim women*. 8(3), 430–443. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/JIMA-04-2015-0029>
- Gunawan, R. J., Irawan, B., & Setianingsih, C. (2021). Pengenalan Ekspresi Wajah Berbasis Convolutional Neural Network Dengan Model Arsitektur Vgg16. *E-Proceeding of Engineering*, 8(5), 6442–6454. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/16400>
- Gupta, M. K., & Chandra, P. (2020). A comprehensive survey of data mining. *International Journal of Information Technology (Singapore)*, 12(4), 1243–1257. <https://doi.org/10.1007/s41870-020-00427-7>
- Hao, J., & Ho, T. K. (2019). Machine Learning Made Easy: A Review of Scikit-learn Package in Python Programming Language. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 44(3), 348–361. <https://doi.org/10.3102/1076998619832248>
- Harkness, G. (2019). Hijab Micropractices: The Strategic and Situational Use of Clothing by Qatari Women. *Sociological Forum*, 34(1), 71–90. <https://doi.org/10.1111/socf.12481>
- Hassan, E., Shams, M. Y., Hikal, N. A., & Elmougy, S. (2023). The effect of choosing optimizer algorithms to improve computer vision tasks: a comparative study. In *Multimedia Tools and Applications* (Vol. 82, Issue 11). Multimedia Tools and Applications. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13820-0>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2015). *Deep Residual Learning for Image Recognition*. 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.1512.03385>
- Holzinger, A., Langs, G., Denk, H., Zatloukal, K., & Müller, H. (2019). Causability and explainability of artificial intelligence in medicine. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(4), 1–13. <https://doi.org/10.1002/widm.1312>
- Huang, G., Liu, Z., Pleiss, G., Van Der Maaten, L., & Weinberger, K. Q. (2022). Convolutional Networks with Dense Connectivity. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 44(12), 8704–8716. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2019.2918284>
- Huang, G., Liu, Z., Van Der Maaten, L., & Weinberger, K. Q. (2017). Densely connected convolutional networks. *Proceedings - 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2017, 2017-Janua*, 2261–2269. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.243>
- Jain, A., Moparthi, N. R., Swathi, A., Sharma, Y. K., Mittal, N., Alhussen, A., Alzamil, Z. S., & Haq, M. A. (2024). Deep Learning-Based Mask Identification System Using ResNet Transfer Learning Architecture. *Computer Systems Science and Engineering*, 48(2), 341–362. <https://doi.org/10.32604/csse.2023.036973>
- Joseph, V. R. (2022). Optimal ratio for data splitting. *Statistical Analysis and Data Mining*, 15(4), 531–538. <https://doi.org/10.1002/sam.11583>
- Kandel, I., & Castelli, M. (2020). applied sciences Transfer Learning with Convolutional Neural Networks for Diabetic Retinopathy Image. *Applied*



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- Sciences*, 10(6), 2021. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/6/2021>
- Kattenborn, T., Leitloff, J., Schiefer, F., & Hinz, S. (2021). Review on Convolutional Neural Networks (CNN) in vegetation remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 173(January), 24–49. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.12.010>
- Kindhi, B. Al, & Purnomo, M. H. (2023). Very Deep Learning for Gender Prediction with Modified VGG16. *Res Militaris*, 13(2). <https://resmilitaris.net/issue-content/very-deep-learning-for-gender-prediction-with-modified-vgg16-2090>
- Kingma, D. P., & Ba, J. L. (2015). Adam: A method for stochastic optimization. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings*, 1–15.
- Koo, G. Y., & Han, H. E. (2018). To veil or not to veil: Turkish and Iranian hijab policies and the struggle for recognition. *Asian Journal of Women's Studies*, 24(1), 47–70. <https://doi.org/10.1080/12259276.2018.1427663>
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*, 60(6), 84–90. <https://doi.org/10.1145/3065386>
- Lecun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Liu, Z., Luo, P., Qiu, S., Wang, X., & Tang, X. (2016). DeepFashion: Powering Robust Clothes Recognition and Retrieval with Rich Annotations. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016-Decem(1)*, 1096–1104. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.124>
- Lopez Pinaya, W. H., Vieira, S., Garcia-Dias, R., & Mechelli, A. (2019). Convolutional neural networks. In *Machine Learning: Methods and Applications to Brain Disorders*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815739-8.00010-9>
- Mandal, B., Okeukwu, A., & Theis, Y. (2021). *Masked Face Recognition using ResNet-50*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.08997>
- Moutari, S., & Moore, J. E. (2021). An ensemble-based approach for estimating personalized intraocular lens power. *Scientific Reports*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02288-x>
- Nagpal, A., & Gabrani, G. (2019). Python for Data Analytic. *2019 Amity International Conference on Artificial Intelligence (AICAI)*, 140–145.
- Nocentini, O., Kim, J., Bashir, M. Z., & Cavallo, F. (2022). Image Classification Using Multiple Convolutional Neural Networks on the Fashion-MNIST Dataset. *Sensors*, 22(23), 1–14. <https://doi.org/10.3390/s22239544>
- Nouhaila, B., Taoufiq, B. D., & Benayad, N. (2022). An Intelligent Approach based on the Combination of the Discrete Wavelet Transform, Delta Delta MFCC for Parkinson's Disease Diagnosis. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(4), 562–571. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130466>
- Nugraha, G. S., Darmawan, M. I., & Dwiyanaputra, R. (2023). Comparison of CNN's Architecture GoogleNet, AlexNet, VGG-16, Lenet -5, Resnet-50 in



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Arabic Handwriting Pattern Recognition. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, 4(2). <https://doi.org/10.22219/kinetik.v8i2.1667>
- Rathi, P., Kuwar Gupta, R., Agarwal, S., & Shukla, A. (2020). Sign Language Recognition Using ResNet50 Deep Neural Network Architecture. *SSRN Electronic Journal*, 1–7. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3545064>
- Rikendry, R., & Maharil, A. (2022). Perbandingan Arsitektur Vgg16 Dan Resnet50 Untuk Rekognisi Tulisan Tangan Aksara Lampung. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 3(2), 236–243. <https://doi.org/10.33365/jatika.v3i2.2030>
- Rinanda, P. D., Aini, D. N., Pertiwi, T. A., Suryani, S., & Prakash, A. J. (2024). Implementation of Convolutional Neural Network (CNN) for Image Classification of Leaf Disease In Mango Plants Using Deep Learning Approach. *Public Research Journal of Engineering, Data Technology and Computer Science*, 1(2), 56–61. <https://doi.org/10.57152/predatecs.v1i2.872>
- Russakovsky, O., Deng, J., Su, H., Krause, J., Satheesh, S., Ma, S., Huang, Z., Karpathy, A., Khosla, A., Bernstein, M., Berg, A. C., & Fei-Fei, L. (2015). ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. *International Journal of Computer Vision*, 115(3), 211–252. <https://doi.org/10.1007/s11263-015-0816-y>
- Scholz, M., & Wimmer, T. (2021). A comparison of classification methods across different data complexity scenarios and datasets. *Expert Systems with Applications*, 168, 894–903. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114217>
- Seo, Y., & Shin, K. shik. (2019). Hierarchical convolutional neural networks for fashion image classification. *Expert Systems with Applications*, 116, 328–339. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.09.022>
- Sethi, S., Kathuria, M., & Kaushik, T. (2021). Face mask detection using deep learning: An approach to reduce risk of Coronavirus spread. *Journal of Biomedical Informatics*, 120(September 2020). <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103848>
- Sharma, S., & Chaudhary, P. (2023). Machine learning and deep learning. *Quantum Computing and Artificial Intelligence: Training Machine and Deep Learning Algorithms on Quantum Computers*, 71–84. <https://doi.org/10.1515/9783110791402-004>
- Shin, S. Y., Jo, G., & Wang, G. (2023). A Novel Method for Fashion Clothing Image Classification Based on Deep Learning. *Journal of Information and Communication Technology*, 22(1), 127–148. <https://doi.org/10.32890/jict2023.22.1.6>
- Shoaib, M., Zeeshan, M., Khan, H. A., & Jaskani, F. H. (2022). Detection of Ductal Carcinoma in Breasts from DDSM Data using DenseNet-121 and Comparative Analysis. *EAI Endorsed Transactions on Energy Web*, February. <https://doi.org/10.4108/EW9832.4242>
- Sidiq, U. (2013). DISKURSUS MAKNA JILBAB DALAM SURAT AL-AHZAB AYAT 59 Menurut Ibnu Kathir dan M. Quraish Shihab. *Kodifikasia*, 6(1). <https://doi.org/10.21154/kodifikasia.v6i1.194>
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2015). Very deep convolutional networks for





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

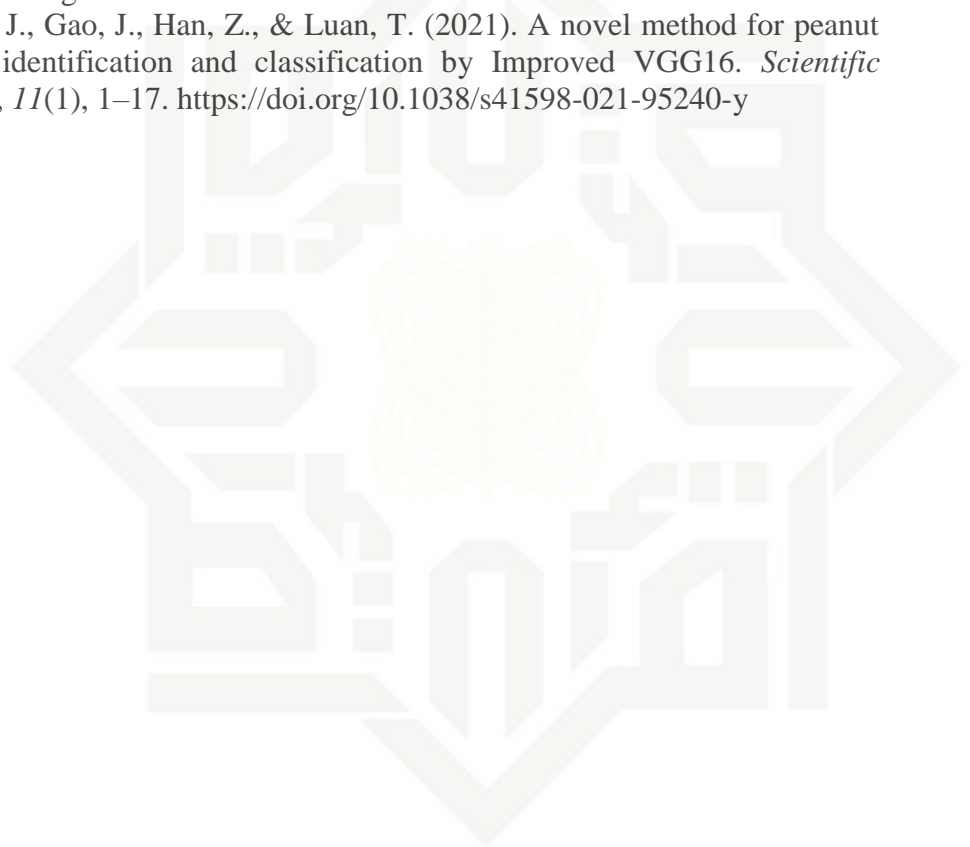
large-scale image recognition. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings*, 1–14.

Vellaichamy, A. S., Swaminathan, A., Varun, C., & S, K. (2021). Multiple Plant Leaf Disease Classification Using Densenet-121 Architecture. *International Journal of Electrical Engineering and Technology*, 12(5), 38–57. <https://doi.org/10.34218/ijeet.12.5.2021.005>

Wen, X. H., & Zhou, M. C. (2024). Evolution and Role of Optimizers in Training Deep Learning Models. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 11(10), 2039–2042. <https://doi.org/10.1109/JAS.2024.124806>

Wu, W. T., Li, Y. J., Feng, A. Z., Li, L., Huang, T., Xu, A. D., & Lyu, J. (2021). Data mining in clinical big data: the frequently used databases, steps, and methodological models. *Military Medical Research*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40779-021-00338-z>

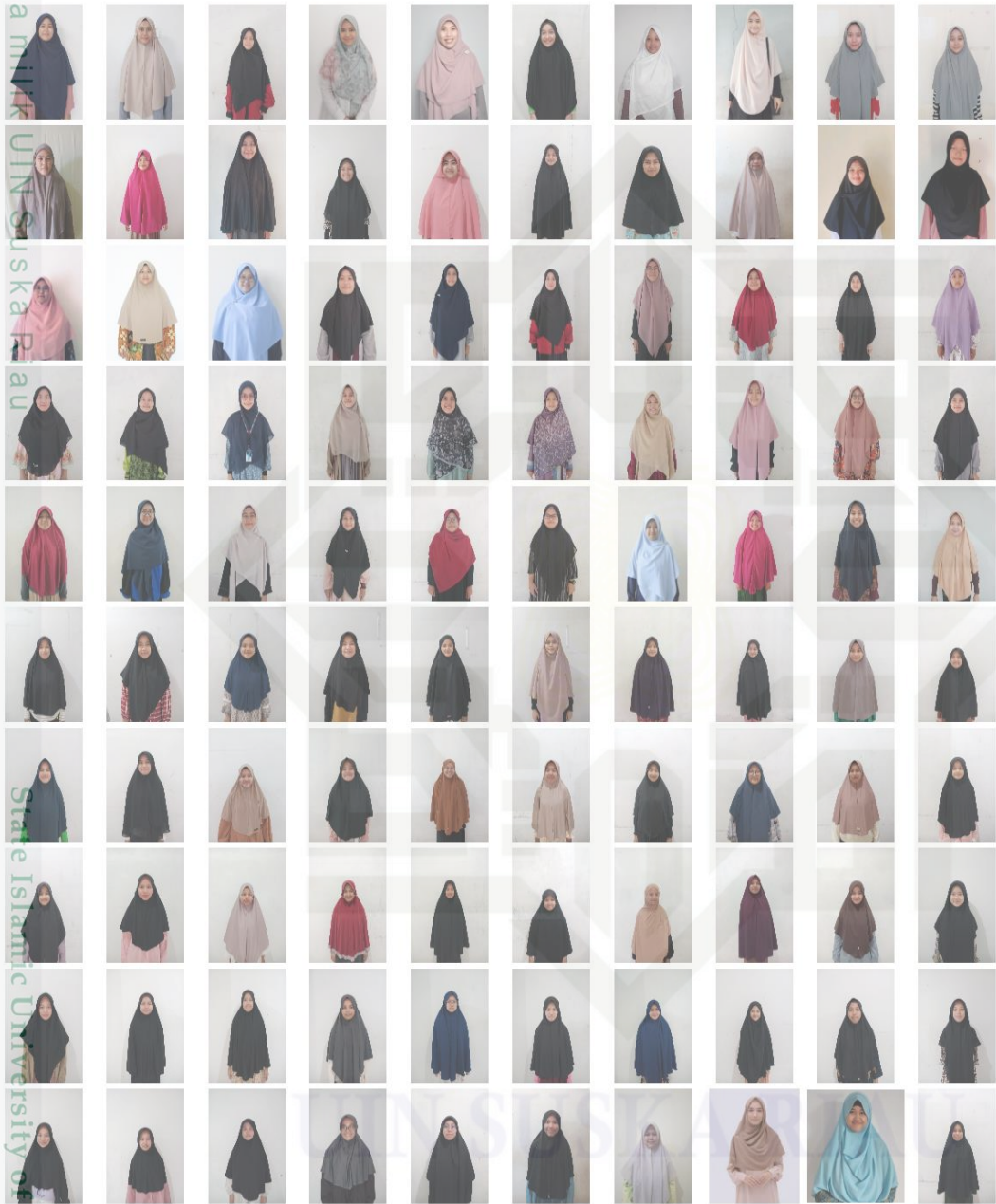
Yang, H., Ni, J., Gao, J., Han, Z., & Luan, T. (2021). A novel method for peanut variety identification and classification by Improved VGG16. *Scientific Reports*, 11(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95240-y>



UIN SUSKA RIAU

## LAMPIRAN A DATASET

### A.1 *Dataset Hijab Syar'i*



**Gambar A.1** *Dataset Hijab Syar'i*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## A.2 Dataset Hijab Belum Syar'i



Gambar A.2 Dataset Hijab Belum Syar'i

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN B

### SURAT PERIZINAN

#### B.1 Surat Izin Riset dari Fakultas



UIN SUSKA RIAU

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
FACULTY OF SCIENCES AND TECHNOLOGY

Jl. H.R. Soebrantas No. 155 KM. 15 Tuah Madani - Pekanbaru 28298 PO.Box. 1004 Telp.(0761) 589026 - 589027  
Fax. (0761) 589 025 Web. www.uin-suska.ac.id, Email : faste@uin-suska.ac.id

---

Nomor	: B- 9347 /F.V/PP.00.9/ 11/2024	Pekanbaru, 07 November 2024
Sifat	: Penting	
Hal	: Mohon Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir/Skripsi	

Kepada Yth.  
Ketua Ma'had Al-Jami'ah  
Gedung Islamic Center Lt.1  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Dengan hormat, sehubungan telah dimulainya mata kuliah Tugas Akhir pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau, Kami bermaksud mengirimkan mahasiswa :

Nama	: Amanda Iksanul Putri
NIM	: 12150320068
Fakultas	: Sains dan Teknologi
Program Studi / Smt	: Sistem Informasi / 7
No. HP / E-mail	: 085264196686

untuk pengambilan data yang sangat dibutuhkan dalam Tugas Akhir mahasiswa tersebut yang berjudul "Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Hijab Menggunakan Pendekatan Deep Learning". Kami mohon kiranya Saudara berkenan memberikan izin dan fasilitas demi kelancaran Tugas Akhir mahasiswa yang bersangkutan.

Demikian surat ini Kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasama Saudara kami ucapkan terima kasih.



*Wassalam*  
Ketua Dekan,  
*[Signature]*  
Drs. Kunafi, ST., PgDipEnst, M.Sc  
NIP. 197607242007101003

Gambar B.1 Surat Izin Riset dari Fakultas



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## B.2 Surat Balasan dari Ma'had Al-Jami'ah



Gambar B.2 Surat Balasan dari Ma'had Al-Jami'ah

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN C DOKUMENTASI

### C.1 Wawancara Bersama Dr. Azni., S.Ag., M.Ag.



**Gambar C.1** Dokumentasi Wawancara

### C.2 Pengambilan *Dataset*



**Gambar C.2** Dokumentasi Pengambilan *Dataset*





## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Amanda Iksanul Putri, lahir di Pekanbaru pada tanggal 4 Februari 2003. Peneliti merupakan anak pertama dari Ayahanda Ilhamda dan Ibunda Rahmayulis. Peneliti bertempat tinggal di Kelurahan Lembah Sari, Kecamatan Rumbai Timur, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Pada tahun 2015 peneliti berhasil menyelesaikan pendidikan di SDN 118 Pekanbaru, kemudian melanjutkan pendidikan ke SMPN 30 Pekanbaru dan lulus pada tahun 2018. Setelah tamat dari tingkatan sebelumnya, peneliti melanjutkan ke SMAN 16 Pekanbaru dengan Jurusan MIPA dan berhasil lulus pada tahun 2021. Setelah menyelesaikan pendidikan di bangku sekolah, peneliti melanjutkan pendidikan Strata Satu (S1) di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, tepatnya Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Sistem Informasi pada tahun 2021. Saat masa kuliah peneliti telah menerbitkan 4 *paper* dan peneliti juga aktif tergabung dalam organisasi riset yaitu *Puzzle Research Data Technology* (PREDATECH). Peneliti juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kuala Tolam, Kecamatan Pelalawan, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau. Peneliti berhasil menyelesaikan pendidikan S1 dengan judul penelitian “Implementasi *Convolutional Neural Network* untuk Klasifikasi Hijab Menggunakan Pendekatan *Deep Learning*”. Untuk menjalin komunikasi yang baik dengan peneliti, dapat menghubungi peneliti melalui *e-mail* 12150320068@students.uin-suska.ac.id.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.