

**IMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* DENGAN ARSITEKTUR
XCEPTION DALAM KLASIFIKASI *AUTISM SPECTRUM*
DISORDER (ASD) DAN NON-ASD MELALUI ANALISIS
TULISAN TANGAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

RAHAYU MINANDA

NIM.210705019

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2025 M/1447 H**

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* DENGAN ARSITEKTUR *XCEPTION*
DALAM KLASIFIKASI *AUTISM SPECTRUM DISORDER* (ASD) DAN NON-
ASD MELALUI ANALISIS TULISAN TANGAN

TUGAS AKHIR

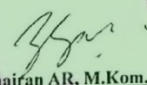
Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
pada Program Studi Teknologi Informasi

Oleh:
RAHAYU MINANDA
NIM. 210705019

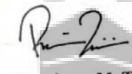
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi

Disetujui untuk Dimunagasyahkan Oleh:

Pembimbing I,


Khairan AR, M.Kom.
NIP. 198607042014031001

Pembimbing II,


Nurrizqa, M.T
NIP. 199704302025052001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Informasi


Mudahayati, M.T.
NIP. 198301272015032003

LEMBAR PENGESAHAN
IMPLEMENTASI DEEP LEARNING DENGAN ARSITEKTUR XCEPTION
DALAM KLASIFIKASI AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD) DAN NON-
ASD MELALUI ANALISIS TULISAN TANGAN

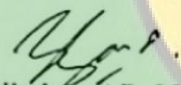
TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S1) Dalam
Program Studi Teknologi Informasi

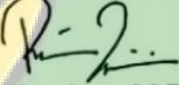
Pada Hari/Tanggal: Kamis, 21 Agustus 2025
27 safar 1447 H
Di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,


Khairan AR, M.Kom
NIP. 198607042014031001

Sekretaris,


Nurrizqa, M.T
NIP. 199704302025052001

Penguji I,

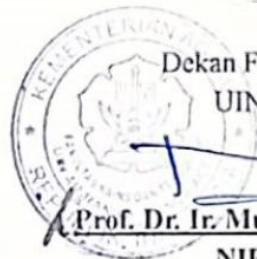

Dr. Hendri Ahmadian, S.Si., M.I.M
NIP.19831042014031002

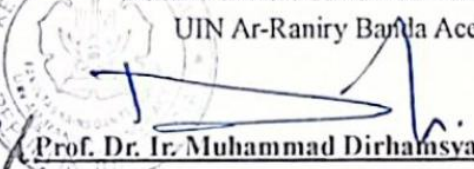
Penguji II,


Mulkan Fadhi, S.T., M.T
NIP.198811282020121006

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh




Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamisyah, M.T., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahayu Minanda
Nim : 210705019
Program Studi : Teknologi Informasi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Implementasi Deep Learning Dengan Arsitektur Xception Dalam Klasifikasi Autism Spectrum Disorder (ASD) dan Non-ASD Melalui Analisis Tulisan Tangan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

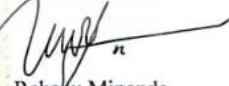
1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 21 Agustus 2025

Yang Menyatakan


Rahayu Minanda



ABSTRAK

Nama : Rahayu Minanda
Nim : 210705019
Program Studi : Teknologi Informasi
Judul : Implementasi Deep Learning Dengan Arsitektur Xception Dalam Klasifikasi Autism Spectrum Disorder (ASD) dan Non-ASD Melalui Analisis Tulisan Tangan
Tanggal Sidang : 21 Agustus 2025 / 21 Shafar 1447 H
Jumlah Halaman : 83
Pembimbing 1 : Khairan AR, M.Kom
Pembimbing 2 : Nurrisqa, M.T
Kata Kunci : Autism Spectrum Disorder (ASD), Tulisan Tangan, Deep Learning, Xception, Transfer Learning, CNN

Autism Spectrum Disorder (ASD) memengaruhi interaksi sosial, komunikasi, dan perilaku individu. Deteksi dini sangat penting, namun metode konvensional memerlukan waktu dan biaya besar. Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi ASD dan Non-ASD berbasis deep learning menggunakan arsitektur Xception melalui analisis 4.000 citra tulisan tangan anak usia 7–12 tahun. Data dibagi menjadi 70% latih, 15% validasi, dan 15% uji, dengan preprocessing berupa resizing 299×299 piksel, normalisasi, augmentasi, dan konversi ke tensor. Model dilatih menggunakan transfer learning, optimizer Adam, label smoothing, dan scheduler Cosine Annealing. Hasil menunjukkan akurasi validasi >85% dengan performa stabil, didukung visualisasi grafik dan confusion matrix. Temuan ini menegaskan efektivitas Xception sebagai metode deteksi dini ASD yang cepat, efisien, dan non-invasif.

ABSTRACT

Name : Rahayu Minanda
Nim : 210705019
Departement : Information Technology
Title : *Implementation of Deep Learning with Xception Architecture in the Classification of Autism Spectrum Disorder (ASD) and Non-ASD through Handwriting Analysis*
Date : 21 August 2025 / 21 Shafar 1447 H
Thesis Pages : 83
Supervisor I : Khairan AR, M.Kom
Supervisor II : Sarini Vita Dewi, M.Eng
Keywords : *Autism Spectrum Disorder (ASD), Handwriting, Deep Learning, Xception, Transfer Learning, CNN*

Autism Spectrum Disorder (ASD) affects social interaction, communication, and individual behavior. Early detection is crucial, yet conventional methods are often time-consuming and costly. This study develops an ASD and Non-ASD classification system based on deep learning using the Xception architecture through the analysis of 4,000 handwriting images from children aged 7–12 years. The dataset was split into 70% training, 15% validation, and 15% testing, with preprocessing including resizing to 299×299 pixels, normalization, augmentation, and tensor conversion. The model was trained using transfer learning, the Adam optimizer, label smoothing, and a Cosine Annealing scheduler. Results show validation accuracy exceeding 85% with stable performance, supported by visualization through accuracy-loss curves and a confusion matrix. These findings highlight the effectiveness of Xception as a fast, efficient, and non-invasive approach for early ASD detection through handwriting analysis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan kasih sayang-Nya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa cahaya ilmu pengetahuan dan petunjuk ke jalan yang benar bagi seluruh umat manusia.

Alhamdulillah, atas izin dan pertolongan Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi Deep Learning dengan Arsitektur Xception dalam Klasifikasi Autism Spectrum Disorder (ASD) dan Non-ASD Melalui Analisis Tulisan Tangan”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata Satu (S1) Teknologi Informasi pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, motivasi, serta bantuan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Secara khusus, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada diri saya sendiri, terima kasih atas keteguhan hati, kesabaran, dan semangat yang tak pernah padam dalam menyelesaikan skripsi ini hingga tuntas.
2. Kepada kedua orang tua tercinta, terima kasih yang tak terhingga atas doa, kasih sayang, serta segala bentuk dukungan dan pengorbanan yang tiada henti. Kalian adalah support system terbaik dalam hidup saya, dan pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa kehadiran dan restu kalian.
3. Bapak Khairan AR, M.Kom., selaku dosen pembimbing, yang telah dengan sabar meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan bimbingan serta arahan yang sangat berarti selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran dan ketelatenannya.

4. Ibu Malahayati, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi, serta Bapak Khairan AR, M.Kom., selaku Sekretaris Program Studi, beserta seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknologi Informasi, atas ilmu, bimbingan, dan dedikasi selama masa perkuliahan yang telah membentuk saya menjadi pribadi yang lebih matang secara akademik dan profesional.
5. Ibu Cut Ida Rahmadiana, S.Si., selaku staf administrasi Program Studi Teknologi Informasi, atas bantuan, keramahan, dan kemudahan yang diberikan dalam proses pengurusan administrasi akademik.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, atas segala bentuk dukungan dan fasilitas yang telah menunjang kelancaran studi saya.
7. Kepada sahabat-sahabat terbaik saya: Kasmi, Masyi, Nelly, Nadia, Nabila, Najwa, Fahirah , Anggi, Moli, Nisa, Mara dan Safra, terima kasih atas kebersamaan, bantuan, motivasi, dan semangat yang kalian berikan. Dukungan kalian dalam berbagai aspek sangat berarti dan menjadi bagian penting dalam perjalanan saya menyelesaikan skripsi ini.

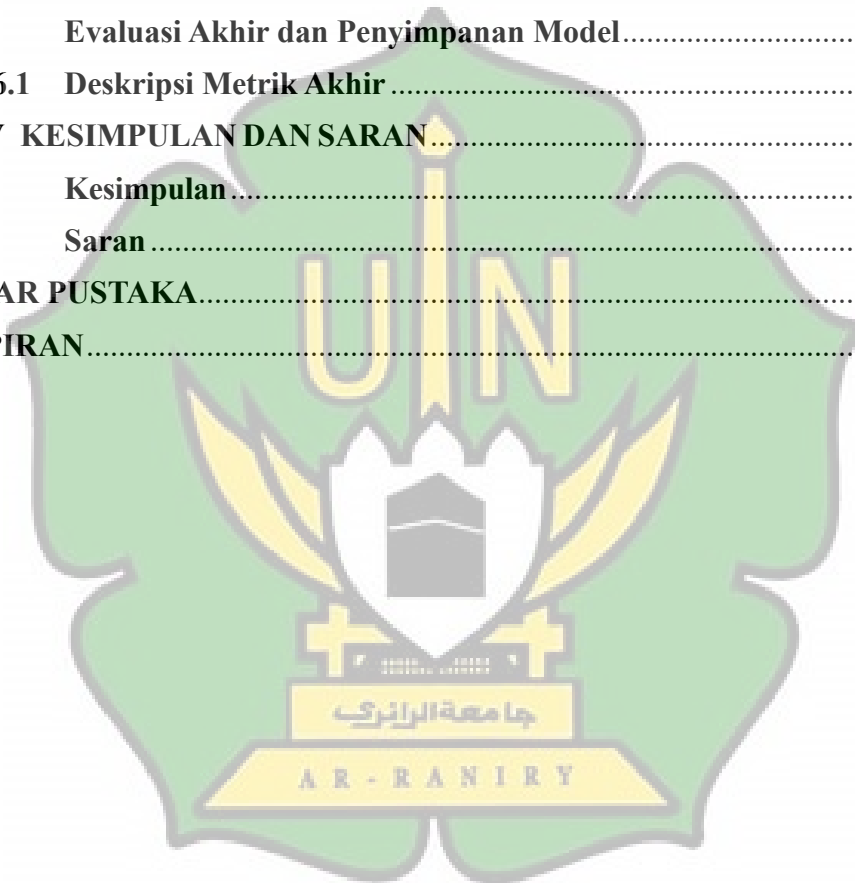


DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 <i>Autism Spectrum Disorder (ASD)</i>	8
2.3 Karakteristik Tulisan Tangan ASD dan Non-ASD	9
2.4 <i>Deep Learning</i>	12
2.5 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	12
2.6 <i>Arsitektur Xception</i>	17
2.7 <i>Transfer Learning</i>	18
2.8 <i>Visual Studio Code</i>	19
2.9 <i>Google Colab</i>	19
2.10 <i>Python</i>	19
2.11 <i>TensorFlow</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian	22
4.3.1 Teknik Pengambilan Sampel	22
3.2 Tahap Penelitian	23
3.3 Pengumpulan Data	24

3.3.1	Persiapan Alat dan bahan	25
3.3.2	Desain Ruang	26
3.3.3	Tahapan Pengumpulan Data Tulisan	27
3.3.4	Pemindahan Data	30
3.3.5	Parameter data Akuisisi	30
3.4.1	Cropping	31
3.5	Pembagian Data	32
3.5.1	Augumentasi data	32
3.6	Implementasi Model <i>Xception</i>	33
3.6.1	Inisialisasi Lingkungan	33
3.6.2	Input Layer	33
3.6.3	Base Model (<i>Xception</i>)	33
3.6.4	Global Average <i>Pooling</i>	33
3.6.5	<i>Fully Connected Layer</i>	33
3.6.6	<i>Output Layer</i>	33
3.6.7	Kompilasi Model	34
3.6.8	Pelatihan Model	34
3.6.9	Evaluasi Model	34
3.7	Training Model	34
3.9	Waktu dan Lokasi Penelitian	36
3.10	Identifikasi Perangkat	36
3.10.1	Perangkat Keras (Hardware)	37
3.10.2	Perangkat Lunak (Software)	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Pengumpulan Data	38
4.2	Preprocessing	42
4.2.1	Cropping	42
4.2.2	Split Data	43
4.2.3	Augmentasi Data	44
4.3	Pembuatan Model <i>Deep Learning</i>	46
4.3.1	Input Gambar	46
4.3.2	DataLoader	48

4.3.3	Pembuatan Model Xception	48
4.3.4	Fine-Tuning	49
4.3.5	Loss Function	49
4.3.6	Optimizer	49
4.4	Proses Pelatihan Model (Training).....	50
4.4.1	Output Training Setiap Epoch.....	51
4.5	Proses Pengujian Model (Validasi dan Evaluasi)	54
4.5.1	Mode Evaluasi dan Pengujian Batch	54
4.6	Evaluasi Akhir dan Penyimpanan Model.....	55
4.6.1	Deskripsi Metrik Akhir	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....		61
LAMPIRAN.....		64



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 1	7
Tabel 3.1 Alat/bahan pengumpulan data	25
Tabel 3.2 Tahapan dan intruksi pengumpulan data	28
Tabel 3.3 Tahapan dan intruksi pengumpulan data	30
Tabel 3.4 Pembagian Dataset	32
Tabel 3.5 Tabel Hyperparameter	35
Tabel 4.1 Rincian jumlah Pembagian Dataset Tulisan Tangan	39
Tabel 4.2 Total dataset penelitian	40
Tabel 4.3 Evaluasi Akhir	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Convolution Neural Network (CNN)	13
Gambar 2. 2 Citra berukuran 4*4.....	14
Gambar 2. 3 Ukuran filter 2*2	14
Gambar 2. 4 2.4 Citra ukuran 3*3.....	14
Gambar 2. 5 Nilai pixel citra baru hasil convolusi.....	14
Gambar 2. 6 Grafik fungsi aktivitas ReLu.....	15
Gambar 2. 7 Nilai pixel baru keluaran ReLu.....	15
Gambar 2. 8 Nilai pixel citra baru hasil Relu	15
Gambar 2. 9 Nilai citra hasil max pooling	16
Gambar 2. 10 Proses pembentukan flatten.....	16
Gambar 2. 11 Hubungan Flattening Dengan Fully Connected	16
Gambar 2. 12 Arsitektur Xception.....	17
 Gambar 3.1 Proses Penelitian	 23
Gambar 3.2 Diagram alur pengumpulan <i>dataset</i>	25
Gambar 3.3 set up ruang	27
Gambar 3.4 Proses pemindahan data citra dari handphone ke labtop.....	30
 Gambar 4.1 Distribusi Citra Tulisan per-Kelas.....	 40
Gambar 4.2 Distribusi Data per-Split dan Kelas	41
Gambar 4.3 Proses cropping dataset	42
Gambar 4.4 Pengelompokan dataset	43
Gambar 4.5 Hasil split data	44
Gambar 4.6 epoch 1 - 5	51
Gambar 4.7 epoch 6-13	52
Gambar 4.8 epoch 13-15.....	52
Gambar 4.9 epoch 16-27	53
Gambar 4.10 metrik akurasi.....	56
Gambar 4.11 confusion matrix.....	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Autism Spectrum Disorder (ASD) adalah gangguan perkembangan neurobiologis yang muncul sejak dini dan memengaruhi komunikasi, perilaku, serta interaksi sosial, dengan gejala yang bervariasi pada tiap individu. (Alzubaidi et al. 2021). Diagnosis dini ASD penting untuk mendukung intervensi dan perkembangan anak secara optimal. Metode konvensional biasanya memakan waktu 6–18 bulan melalui observasi, wawancara, dan tes psikologis. Sebaliknya, pendekatan deep learning memungkinkan deteksi lebih cepat dan efisien, di mana meski pengumpulan data tulisan tangan butuh beberapa hari, pelatihan model dan klasifikasi hanya memerlukan menit hingga jam.

Beberapa tahun terakhir, kecerdasan buatan, khususnya deep learning, berkembang pesat dan banyak digunakan di bidang medis. Teknologi ini mampu mengenali pola kompleks pada data besar, termasuk citra medis dan tulisan tangan. (Alzubaidi et al. 2021). Salah satu pendekatan deep learning yang potensial untuk deteksi ASD adalah analisis tulisan tangan. Anak dengan ASD umumnya mengalami gangguan motorik halus yang memengaruhi keterampilan menulis. Penelitian menunjukkan tulisan tangan mereka cenderung lebih lambat, tidak stabil, sulit dibaca, serta memiliki variasi tekanan pena (van den Bos et al., 2022). Dengan bantuan model seperti Convolutional Neural Network (CNN), ciri-ciri tersebut dapat diekstraksi secara otomatis dan dikenali sebagai pola khas ASD.

Sebagai ilustrasi, penelitian Zahra dan Sabrina (2025) membuktikan bahwa CNN mampu membedakan tulisan tangan anak ASD dan non-ASD dengan akurasi tinggi, termasuk mengidentifikasi ketidakaturan bentuk huruf serta kestabilan garis. Artinya, meski tulisan tampak normal bagi mata manusia, model deep learning dapat menangkap pola halus yang tersembunyi, sehingga tulisan tangan berpotensi menjadi indikator efektif dalam deteksi dini ASD.

Studi terbaru mengindikasikan bahwa analisis tulisan tangan berpotensi menjadi metode alternatif dalam deteksi dini gangguan perkembangan seperti ASD. Dengan Convolutional Neural Networks (CNN), pola tulisan tangan yang kompleks dapat dikenali secara otomatis. Namun, model CNN tradisional masih memiliki keterbatasan pada akurasi dan efisiensi waktu. Untuk mengatasinya, arsitektur Xception yang memanfaatkan depthwise separable convolution menawarkan performa lebih efisien sekaligus akurat dalam pengolahan citra. (Alzubaidi et al. 2021)

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan model klasifikasi ASD dan Non-ASD melalui analisis tulisan tangan dengan memanfaatkan arsitektur Xception. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan akurasi dan kecepatan diagnosis ASD sekaligus membuka peluang pengembangan sistem deteksi dini yang lebih efisien dan non-invasif.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini berfokus pada beberapa permasalahan utama yang perlu dijawab, yaitu:

1. Bagaimana penerapan arsitektur *Xception* dalam klasifikasi tulisan tangan individu ASD dan non-ASD?
2. Seberapa akurat performa model *Xception* dalam melakukan klasifikasi tulisan tangan antara individu ASD dan non-ASD?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem berbasis Deep Learning yang mampu mengklasifikasikan tulisan tangan individu ASD dan non-ASD dengan menggunakan arsitektur Xception. Secara lebih rinci, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis efektivitas arsitektur *Xception* dalam klasifikasi tulisan tangan individu ASD dan non-ASD.
2. Menguji akurasi model klasifikasi yang dikembangkan dalam membedakan tulisan tangan individu ASD dan non-ASD.

1.4. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Teoritis:

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kecerdasan buatan, khususnya dalam penerapan arsitektur *deep learning Xception* untuk klasifikasi citra tulisan tangan. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi ilmiah dalam studi interdisipliner yang menggabungkan teknologi dan bidang psikologi atau neurologi, terutama dalam upaya deteksi non-invasif terhadap *Autism Spectrum Disorder (ASD)*.

b. Manfaat Praktis:

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem pendukung diagnosis dini ASD yang berbasis analisis tulisan tangan. Sistem semacam ini dapat membantu tenaga pendidik, psikolog, maupun tenaga medis dalam melakukan *skrining* awal yang efisien, terjangkau, dan mudah diakses, khususnya di lingkungan pendidikan dan klinik anak.

1.5. Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan ruang lingkup penelitian, studi ini dibatasi oleh hal-hal berikut:

1. Penelitian hanya membahas klasifikasi dua kategori, yaitu individu dengan *Autism Spectrum Disorder (ASD)* dan individu non-ASD, berdasarkan citra tulisan tangan mereka.
2. Dataset yang digunakan terbatas pada gambar tulisan tangan yang telah dikategorikan sebagai ASD atau non-ASD, tanpa mempertimbangkan faktor eksternal lain seperti usia, jenis kelamin, atau tingkat keparahan ASD.

3. Model *deep learning* yang digunakan hanya berfokus pada arsitektur *Xception*, tanpa melakukan perbandingan dengan model lain seperti CNN, ResNet, atau VGG.
4. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan metrik evaluasi standar seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score*, tanpa membahas aspek interpretabilitas atau real-time deployment dari model.
5. Penelitian ini tidak bertujuan menggantikan diagnosis klinis, melainkan sebagai alat bantu atau *skrining* awal berbasis data tulisan tangan.

