

**IMPLEMENTASI *EFFICIENTNET-B0* DALAM KLASIFIKASI
TULISAN TANGAN: PERBANDINGAN ANTARA ANAK
DENGAN *AUTISM SPECTRUM DISORDER* (ASD) DAN *NON-*
AUTISM SPECTRUM DISORDER (*NON-ASD*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**M. HAYKAL MZ
NIM. 210705025**

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



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

LEMBAR PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI EFFICIENTNET-B0 DALAM KLASIFIKASI
TULISAN TANGAN: PERBANDINGAN ANTARA ANAK
DENGAN AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD) DAN NON-
AUTISM SPECTRUM DISORDER (NON-ASD)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:
M. HAYKAL MZ
NIM. 210705025

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Khairan Ar, M.Kom.
NIP. 198607042014031001


Ridha Ilahi M.T.
NIP. 19790532014031001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Informasi



Malahayati, M.T.
NIP. 198301272015032003

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI EFFICIENTNET-B0 DALAM KLASIFIKASI TULISAN TANGAN : PERBANDINGAN ANTARA ANAK DENGAN AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD) DAN NON-AUTISM SPECTRUM DISORDER (NON-ASD)

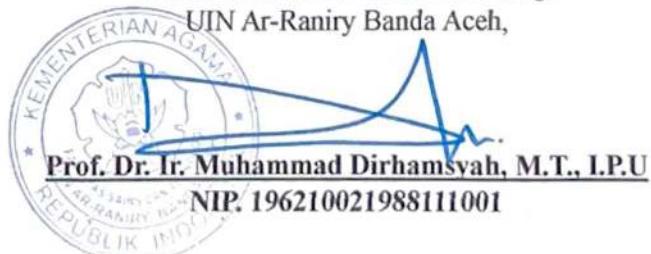
TUGAS AKHIR

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 (S-1)
Dalam Ilmu Teknologi Informasi



Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. HAYKAL MZ
NIM : 210705025
Program Studi : Teknologi Informasi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Tugas Akhir : Implementasi *Efficientnet-B0* dalam Klasifikasi Tulisan Tangan : Perbandingan Antara Anak dengan Autism Spectrum Disorder (ASD) dan Non- Autism Spectrum Disorder (Non-ASD).

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

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah 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 bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenakan 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.

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Banda Aceh, 04 Agustus 2025

Yang Menyatakan



M. HAYKAL MZ

ABSTRAK

Nama : M. HAYKAL MZ
Nim : 210705025
Program Studi : Teknologi Informasi
Judul : Implementasi Efficientnet-B0 dalam Klasifikasi Tulisan Tangan : Perbandingan Antara Anak dengan Autism Spectrum Disorder (ASD) dan Non-Autism Spectrum Disorder (Non-ASD)

Tanggal Sidang : 31 Juli 2025
Jumlah Halaman : 74 Halaman
Pembimbing I : Khairan AR, M. Kom
Pembimbing II : Ridha Ilahi, M. T.
Kata Kunci : *Efficientnet-B0, Autism Spectrum Disorder (ASD), Non-ASD, Klasifikasi Tulisan Tangan, Deep Learning, Computer Vision, Preprocessing, Augmentasi Data.*

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model *Efficientnet-B0* dalam klasifikasi tulisan tangan anak dengan *Autism Spectrum Disorder* (ASD) dan *Non-ASD*. Penelitian ini menggunakan dataset yang terdiri dari 4.800 gambar tulisan tangan yang terbagi menjadi dua kelas: 2.400 gambar untuk anak-anak dengan ASD dan 2.400 gambar untuk anak-anak dengan Non-ASD. Proses penelitian dimulai dengan pengumpulan data yang mencakup berbagai gaya tulisan tangan, dilanjutkan dengan tahap *preprocessing* yang meliputi *cropping*, penyesuaian kontras, dan *resizing* gambar menjadi ukuran standar untuk model *Efficientnet-B0*. Augmentasi data juga diterapkan untuk memperkaya dataset, termasuk rotasi, *flipping*, dan penyesuaian kontras, guna meningkatkan kemampuan generalisasi model. Model *Efficientnet-B0* diterapkan untuk mengklasifikasikan tulisan tangan, dan evaluasi dilakukan menggunakan metrik akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ini dapat mengklasifikasikan tulisan tangan dengan akurasi 82,50%, dengan *precision* lebih tinggi pada kelas ASD (0,92) dibandingkan dengan Non-ASD (0,77), dan *recall* lebih tinggi pada kelas Non-ASD (0,94). Meskipun demikian, model masih perlu peningkatan untuk mendeteksi tulisan tangan anak dengan ASD yang lebih bervariasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa *Efficientnet-B0* memiliki potensi sebagai alat bantu skrining dini untuk mendeteksi ASD berbasis tulisan tangan di lingkungan sekolah.

ABSTRACT

Name	:	M. HAYKAL MZ
Student ID	:	210705025
Study Program	:	Information Technology
Title	:	Implementation of EfficientNet-B0 in Handwriting Classification: A Comparison Between Children with Autism Spectrum Disorder (ASD) and Non-Autism Spectrum Disorder (Non-ASD)
Thesis Defense Date	:	July 31, 2025
Total Pages	:	74 Pages
Supervisor I	:	Khairan AR, M. Kom
Supervisor II	:	Ridha Ilahi, M. T.
Keywords	:	Efficientnet-B0, Autism Spectrum Disorder (ASD), Non-ASD, Handwriting Classification, Deep Learning, Computer Vision, Preprocessing, Data Augmentation.

This study aims to implement the Efficientnet-B0 model in classifying handwriting of children with Autism Spectrum Disorder (ASD) and Non-ASD. The research utilizes a dataset consisting of 4,800 handwriting images, evenly divided into two classes: 2,400 images of children with ASD and 2,400 images of children with Non-ASD. The research process begins with data collection, which includes various handwriting styles, followed by preprocessing steps such as cropping, contrast adjustment, and resizing the images to fit the standard size for the Efficientnet-B0 model. Data augmentation is also applied to enrich the dataset, including rotation, flipping, and contrast adjustments to enhance the model's generalization ability. The Efficientnet-B0 model is applied for handwriting classification, and evaluation is performed using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics. The results show that the model achieves an accuracy of 82.50%, with higher precision for the ASD class (0.92) compared to the Non-ASD class (0.77), and higher recall for the Non-ASD class (0.94). However, the model still requires improvement in detecting handwriting from children with more varied ASD traits. This study demonstrates that Efficientnet-B0 has potential as an early screening tool for detecting ASD based on handwriting in school environments.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Implementasi *Efficientnet-B0* dalam Klasifikasi Tulisan Tangan: Perbandingan Antara Anak dengan *Autism Spectrum Disorder* (ASD) dan *Non-Autism Spectrum Disorder* (Non-ASD)". Penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi yang tiada henti selama penulis menjalani studi dan Kerja Praktik.
2. Dr. Khairan Ar, M.Kom, selaku pembimbing I, yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi yang sangat berarti selama proses penelitian ini.
3. Ridha Ilahi, M.T, selaku pembimbing II, yang dengan sabar memberikan masukan dan koreksi yang membangun.
4. Malahayati, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi yang telah memberikan izin dan dukungan dalam proses penyelesaian penelitian ini.
5. Kepada Ibu Cut Ida Rahmadiana, S.Si., yang telah banyak membantu dalam berbagai urusan administrasi selama perkuliahan dan menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf pengajar di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa studi.
7. Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan tak terhingga selama penulis menjalani pendidikan.
8. Teman-teman sejawat yang selalu memberikan bantuan, diskusi yang berharga, serta semangat dalam menjalani masa studi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis berharap agar dapat menerima kritik dan saran yang membangun demi perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi dan manfaat, baik dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi informasi, khususnya dalam bidang pengolahan citra dan klasifikasi menggunakan *deep learning*, maupun bagi masyarakat umum yang memerlukan informasi dan penerapan teknologi dalam mendeteksi *Autism Spectrum Disorder* (ASD).

Akhir kata, penulis berharap agar penelitian ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi perkembangan dunia pendidikan dan teknologi, serta dapat memberikan solusi praktis dalam mendeteksi ASD pada anak-anak sejak dini.



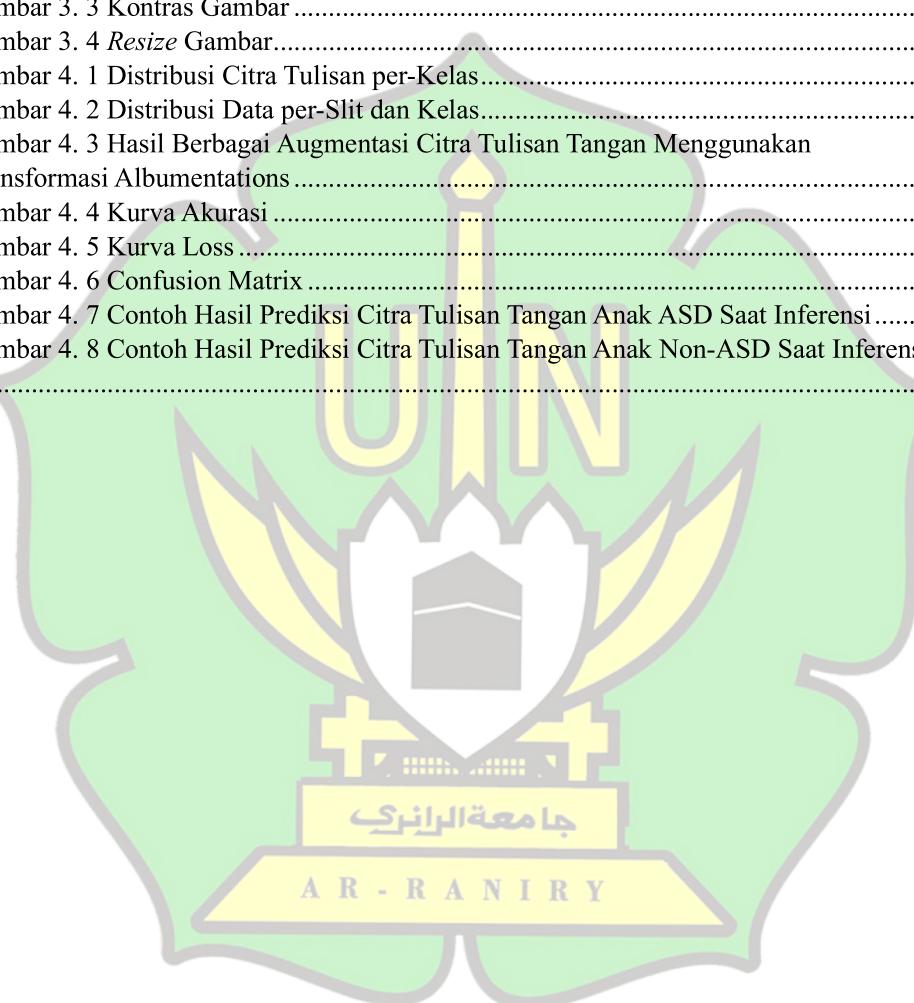
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 ASD dan <i>Non-ASD</i>	9
2.3 Tulisan Tangan	10
2.4 Hubungan ASD dan <i>Non-ASD</i> Dengan Tulisan Tangan	10
2.5 <i>Computer Vision</i>	10
2.6 <i>Python</i>	11
2.7 Segmentasi Citra	12
2.8 <i>Efficientnet-B0</i>	12
2.9 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	13
2.10 <i>Visual Studio Code (VS Code)</i>	17
2.11 <i>Confusion Matrix</i>	17
2.12 <i>Pytorch</i>	20
2.13 <i>Deep Learning</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Tahapan Penelitian	22
3.1.1 Pengumpulan Data.....	22
3.1.2 Preprocessing	25

3.1.3	Pembangunan Arsitektur <i>Efficientnet-B0</i>	27
3.1.4	Evaluasi.....	30
3.2	Jenis dan Sumber Data.....	30
3.3	Waktu dan Lokasi penelitian	32
3.4	Alat dan Bahan	32
3.4.1	Perangkat Keras.....	32
3.4.2	Perangkat Lunak.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	Deskripsi Dataset.....	34
4.2	Hasil Preprocessing Data.....	35
4.3	Proses Pelatihan Model <i>Efficientnet-B0</i>	38
4.4	Grafik Perbandingan Akurasi dan <i>Loss</i> pada Proses Pelatihan.....	41
4.5	Evaluasi Akhir	44
4.6	Inferensi Model.....	47
4.7	Perbandingan dengan Studi Sebelumnya	49
4.8	Diskusi	51
4.9	Pembahasan Hasil Penelitian	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....		56
LAMPIRAN.....		59

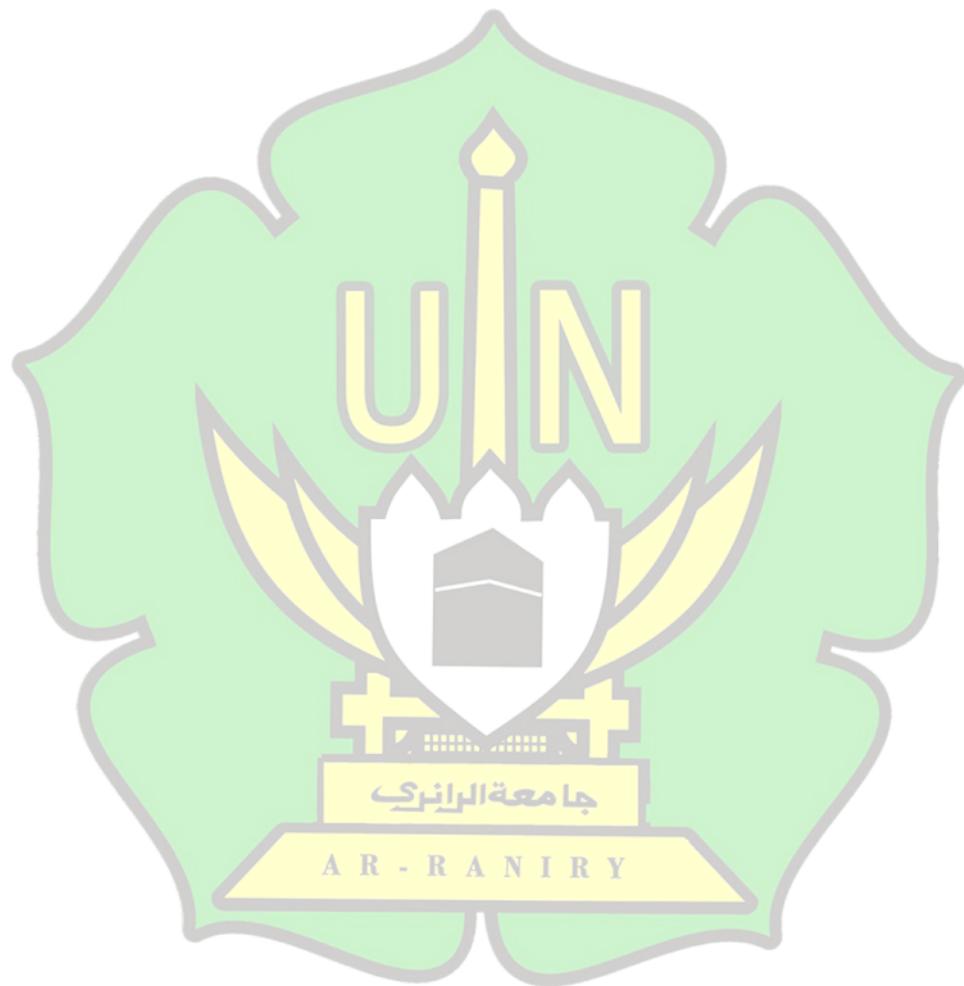
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur <i>Efficientnet-B0</i>	13
Gambar 2. 3 Arsitektur CNN	14
Gambar 2. 4 <i>Convolutional Layer</i>	15
Gambar 2. 5 ReLu Layer	15
Gambar 2. 6 <i>Pooling layer</i>	16
Gambar 2. 7 <i>Confusion Matrix</i>	18
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	22
Gambar 3. 2 <i>Cropping</i> Gambar.....	25
Gambar 3. 3 Kontras Gambar	26
Gambar 3. 4 <i>Resize</i> Gambar.....	27
Gambar 4. 1 Distribusi Citra Tulisan per-Kelas.....	34
Gambar 4. 2 Distribusi Data per-Slit dan Kelas.....	35
Gambar 4. 3 Hasil Berbagai Augmentasi Citra Tulisan Tangan Menggunakan Transformasi Albumentations	38
Gambar 4. 4 Kurva Akurasi	43
Gambar 4. 5 Kurva Loss	43
Gambar 4. 6 Confusion Matrix	45
Gambar 4. 7 Contoh Hasil Prediksi Citra Tulisan Tangan Anak ASD Saat Inferensi	48
Gambar 4. 8 Contoh Hasil Prediksi Citra Tulisan Tangan Anak Non-ASD Saat Inferensi	49



DAFTAR TABEL

Table 2. 1 State of Art Penelitian	7
Table 3. 1 Pembagian Dataset.....	27
Table 3. 2 Spesifikasi Perangkat Keras.....	32
Table 3. 3 Spesifikasi Perangkat Lunak	33
Tabel 4. 1 Parameter Pelatihan.....	40
Tabel 4. 2 Konfusi Matriks	46



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Autism Spectrum Disorder (ASD) adalah gangguan perkembangan saraf yang memengaruhi komunikasi, perilaku, dan interaksi sosial individu. Anak-anak dengan ASD sering kali menunjukkan kesulitan dalam berinteraksi dengan orang lain dan memiliki pola perilaku repetitif yang terpengaruh oleh faktor biologis dan lingkungan. Salah satu aspek yang sering terdampak pada anak-anak dengan ASD adalah keterampilan motorik halus, termasuk keterampilan menulis tangan.

Menulis tangan adalah keterampilan penting yang melibatkan koordinasi antara otak, tangan, dan jari. Pada anak-anak dengan ASD, tulisan tangan seringkali menunjukkan pola yang berbeda dibandingkan dengan anak-anak tanpa gangguan, seperti ketidakteraturan dalam ukuran huruf, jarak antar huruf, dan tekanan pada tulisan. Oleh karena itu, mendeteksi pola-pola ini dapat menjadi alat yang berharga dalam mengidentifikasi adanya gangguan ASD sejak dini.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mendeteksi pola tulisan tangan adalah menggunakan model *deep learning*. *Efficientnet-B0*, sebuah arsitektur jaringan saraf konvolisional yang efisien dan efektif, dapat digunakan untuk mengklasifikasikan pola tulisan tangan anak dengan ASD dan Non-ASD. *Efficientnet-B0* memiliki keunggulan dalam hal akurasi dan efisiensi komputasi, menjadikannya pilihan yang baik dalam analisis citra tulisan tangan.

Dalam penelitian ini, kami mengusulkan untuk mengimplementasikan model *Efficientnet-B0* untuk mendeteksi pola tulisan tangan pada anak-anak dengan ASD dan Non-ASD. Penelitian sebelumnya banyak menggunakan metode konvensional yang berbasis pada ekstraksi fitur buatan tangan, seperti fitur spasial-temporal dan deskriptor bentuk, yang efektif pada lingkungan terkendali namun sering kali mengalami penurunan kinerja pada kondisi dunia nyata dengan latar belakang yang kompleks atau pencahayaan yang bervariasi. Selain itu, pendekatan *deep learning* pada penelitian sebelumnya juga membutuhkan dataset yang besar dan rentan terhadap masalah konvergensi yang mempengaruhi kinerja model. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekurangan tersebut dengan menggunakan model *deep learning* yang lebih efisien dan efektif, yaitu *Efficientnet-B0*, yang dapat mengklasifikasikan pola tulisan tangan meskipun dengan dataset yang lebih kecil. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem yang

dapat membantu para profesional medis, pendidik, dan orang tua dalam mendeteksi ASD lebih awal, dengan menggunakan analisis tulisan tangan sebagai salah satu indikator.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menerapkan arsitektur Efficientnet-B0 untuk klasifikasi tulisan tangan anak-anak dengan ASD dan Non-ASD?
2. Bagaimana performa arsitektur *Efficientnet-B0* dalam mengklasifikasikan tulisan tangan anak dengan ASD dan *Non-ASD*?
3. Sejauh mana tingkat akurasi klasifikasi tulisan tangan anak-anak ASD dan *Non-ASD* yang diperoleh melalui penggunaan arsitektur *Efficientnet-B0*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menerapkan arsitektur *Efficientnet-B0* untuk klasifikasi tulisan tangan anak-anak dengan ASD dan *Non-ASD*.
2. Menganalisis performa arsitektur *Efficientnet-B0* dalam mengidentifikasi perbedaan pola tulisan tangan antara anak-anak ASD dan *Non-ASD*.
3. Mengukur tingkat akurasi klasifikasi tulisan tangan anak-anak ASD dan *Non-ASD* yang diperoleh melalui penggunaan arsitektur *Efficientnet-B0*.

1.4 Batasan Penelitian

1. Penelitian ini menggunakan dataset dari berbagai sumber, termasuk sampel yang dikumpulkan langsung oleh penulis serta dataset tambahan dari pihak ketiga. Data diperoleh dari beberapa Sekolah Luar Biasa (SLB) yang telah ditentukan, sehingga cakupan penelitian ini terbatas pada wilayah tertentu dan tidak mewakili keseluruhan populasi anak ASD dan *Non-ASD* di Indonesia.
2. Arsitektur yang diterapkan adalah *Efficientnet-B0* sebagai arsitektur utama, dengan tambahan beberapa arsitektur lainnya untuk mendukung akurasi dalam klasifikasi tulisan tangan anak ASD dan *Non-ASD*.
3. Dataset yang digunakan hanya mencakup tulisan tangan dalam format tertentu, seperti huruf alfabet, angka, atau pola sederhana, yang disesuaikan dengan standar yang telah ditetapkan dalam proses pengumpulan data.
4. Evaluasi performa sistem dilakukan dengan memanfaatkan layanan *Google Colab*, untuk pemrosesan data dan pelatihan model secara kolaboratif, serta dengan menggunakan beberapa alat tambahan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi tulisan tangan anak ASD dan *Non-ASD*.

5. Selain bentuk tulisan tangan, penelitian ini juga mempertimbangkan durasi waktu yang dibutuhkan anak untuk menulis, tetapi tidak menganalisis aspek lain seperti tekanan tulisan atau pola gerakan tangan secara mendetail.
6. Penelitian ini membatasi partisipan berdasarkan kelompok usia tertentu, sehingga hasil yang diperoleh tidak dapat digeneralisasikan untuk semua rentang usia anak ASD dan Non-ASD.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan pemahaman mengenai penerapan dan proses implementasi *Efficientnet-B0* dalam mendeteksi tulisan tangan anak dengan ASD dan Non-ASD.
2. Penulis berharap penelitian ini dapat membantu para pendidik dalam mengidentifikasi perbedaan tulisan tangan antara anak-anak ASD dan Non-ASD.
3. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem klasifikasi tulisan tangan anak dengan ASD dan Non-ASD menggunakan *deep learning*.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mengetahui isi penelitian ini, maka secara singkat akan disusun dalam sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN
Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA
Bab ini memuat materi -materi yang mendukung penelitian, termasuk teori-teori dasar, penelitian terdahulu, .
3. BAB III METODE PENELITIAN
Bab ini menjelaskan berbagai metode yang digunakan penulis untuk penelitian ini dapat selesai.
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
Bab ini berisi tentang hasil yang diperoleh dari penelitian serta analisis dan pembahasan terhadap hasil tersebut.
5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang dapat diberikan kepada pihak-pihak terkait untuk pengembangan lebih lanjut.

