

**IMPLEMENTASI ARSITEKTUR *EFFICIENTNET-B1* UNTUK
MENDETEKSI *AUTISM SPECTRUM DISORDER* (ASD) DAN
NON-AUTISM SPECTRUM DISORDER (NON ASD)
BERDASARKAN KARAKTERISTIK TULISAN TANGAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**RAUDHATUNNISA
NIM. 210705095**

**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 PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI ARSITEKTUR *EFFICIENTNET-B1* UNTUK MENDETEKSI *AUTISM SPECTRUM DISORDER* (ASD) DAN *NON- AUTISM SPECTRUM DISORDER* (NON ASD) BERDASARKAN KARAKTERISTIK 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:

RAUDHATUNNISA
NIM. 210705095

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Khairan AR, M.Kom.

NIP. 198607042014031001


Nurrizqa, M. T

NIP. 199704302025052001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Informasi


Malahayati, M.T.

NIP.198301272015032003

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI ARSITEKTUR *EFFICIENTNET-B1* UNTUK MENDETEKSI *AUTISM SPECTRUM DISORDER* (ASD) DAN *NON-AUTISM SPECTRUM* *DISORDER* (NON ASD) BERDASARKAN KARAKTERISTIK TULISAN TANGAN

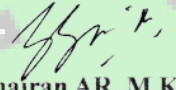
TUGAS AKHIR

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 Shafar 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,

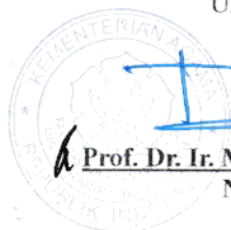

Dr. Hendri Ahmadian, S.Si., M.I.M
NIP. 198301042014031002

Penguji II,


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

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh




Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIP 19621002198811101

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raudhatunnisa

Nim : 210705095

Program Studi : Teknologi Informasi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul : Implementasi arsitektur *EfficientNet-B1* untuk mendeteksi *Autism Spectrum Disorder (ASD)* dan *Non Autism Spectrum Disorder (Non-ASD)* melalui karakteristik 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,

Yang Menyatakan



Raudhatunnisa

ABSTRAK

Nama : Raudhatunnisa
Nim : 210705095
Program Studi : Teknologi Informasi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Implementasi arsitektur *EfficientNet-B1* untuk mendeteksi *Autism Spectrum Disorder* (ASD) dan *Non Autism Spectrum Disorder* (Non-ASD) melalui karakteristik tulisan tangan
Tanggal Sidang : 21 Agustus 2025
Jumlah Halaman : 70
Pembimbing I : Khairan AR, M.Kom
Pembimbing II : Nurrizqa, M.T

Autism Spectrum Disorder (ASD) adalah gangguan perkembangan saraf yang memengaruhi komunikasi dan interaksi sosial. Deteksi dini sangat penting, namun metode konvensional masih terbatas karena memerlukan waktu lama, biaya tinggi, dan tenaga ahli. Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi ASD dan Non-ASD berbasis *deep learning* menggunakan *EfficientNet-B1* pada citra tulisan tangan anak usia 7–12 tahun (4800 gambar, split 70% latih, 15% validasi, 15% uji). Data diproses melalui resize 240x240, normalisasi, augmentasi, dan konversi ke tensor. Model dilatih dengan *transfer learning*, optimizer Adam, label smoothing, dan *scheduler Cosine Annealing*. Evaluasi menggunakan akurasi, presisi, recall, dan F1-score, menghasilkan akurasi validasi 98% dengan performa stabil. Hasil ini menunjukkan *EfficientNet-B1* efektif sebagai metode deteksi dini ASD yang cepat, efisien, dan non-invasif melalui analisis tulisan tangan.

Kata Kunci: *Autism Spectrum Disorder* (ASD), Tulisan Tangan, *Deep Learning*, *EfficientNet-B1*, *Transfer Learning*, CNN

ABSTRACT

Name : Raudhatunnisa
Student ID : 210705095
Study Program : Teknologi Informasi
Faculty : Sains dan Teknologi
Title : Implementasi arsitektur *EfficientNet-B1* untuk mendeteksi *Autism Spectrum Disorder* (ASD) dan *Non Autism Spectrum Disorder* (Non-ASD) melalui karakteristik tulisan tangan
Defense Date : 21 Agustus 2025
Number of Page : 70
Supervisor I : Khairan AR, M.Kom
Supervisor II : Nurrizqa, M.T

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder that affects communication and social interaction. Early detection is crucial; however, conventional methods remain limited as they require significant time, high costs, and reliance on experts. This study develops an ASD and Non-ASD classification system based on deep learning using EfficientNet-B1 on handwriting images of children aged 7–12 years (4800 images, split into 70% training, 15% validation, and 15% testing). Data preprocessing includes resizing to 240x240 pixels, normalization, augmentation, and conversion into tensors. The model is trained using transfer learning with the Adam optimizer, label smoothing, and a Cosine Annealing scheduler. Evaluation metrics include accuracy, precision, recall, and F1-score, achieving 98% validation accuracy with stable performance. These results demonstrate that EfficientNet-B1 is effective as a rapid, efficient, and non-invasive method for early ASD detection through handwriting analysis.

Keywords: *Autism Spectrum Disorder (ASD), Handwriting, Deep Learning, EfficientNet-B1, Transfer Learning, CNN*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan kasih sayang-Nya sehingga penulis diberikan kesehatan, kekuatan, serta kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, suri teladan umat manusia, yang telah membawa cahaya ilmu pengetahuan serta membimbing ke jalan kebenaran.

Atas izin Allah SWT, penulis dapat menuntaskan Tugas Akhir dengan judul *“Implementasi Arsitektur EfficientNet-B1 untuk Mendeteksi Autism Spectrum Disorder (ASD) dan Non-Autism Spectrum Disorder (Non-ASD) melalui Karakteristik Tulisan Tangan”*. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tulus kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa selama proses penyusunan. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Diri penulis sendiri, atas keteguhan hati, kesabaran, dan semangat yang konsisten sehingga skripsi ini dapat diselesaikan hingga tuntas.
2. Kedua orang tua tercinta, atas doa, kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang tiada henti. Segala pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa kehadiran, restu, dan ridha mereka.
3. Bapak Khairan AR, M.Kom., selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, kesabaran, serta waktu dan tenaga yang diberikan dengan penuh keikhlasan dalam mengarahkan penulis selama penyusunan skripsi.
4. Ibu Malahayati, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi, serta Bapak Khairan AR, M.Kom., selaku Sekretaris Program Studi, beserta seluruh dosen di Program Studi Teknologi Informasi, atas ilmu, bimbingan, dan dedikasi yang telah membentuk penulis menjadi pribadi yang lebih matang secara akademis maupun profesional.

5. Ibu Cut Ida Rahmadiana, S.Si., staf administrasi Program Studi Teknologi Informasi, atas bantuan, keramahan, dan kemudahan yang diberikan dalam pengurusan administrasi akademik.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, atas dukungan serta fasilitas yang menunjang kelancaran studi penulis.
7. Sahabat-sahabat terbaik saya: Dira Ainul Zukhra, Azzuhra Munira, Cut Raihan, Nurrahmah dan Rossa Ayu Nanda, terimakasih atas kebersamaan, bantuan, dorongan, dan semangat yang diberikan. Kehadiran kalian menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABLE.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSAKA	4
2.1. Penelitian Terdahulu.....	4
2.2. <i>Autism Spectrum Disorder</i> (ASD) dan Non-ASD.....	7
2.2.1. Pengamatan Umum Anak dengan Kondisi ASD	8
2.3. Tulisan Tangan	9
2.4. Hubungan ASD dan Non ASD dengan tulisan tangan	10
2.5. <i>Python</i>	13
2.6. <i>EfficientNet-B1</i>	13
2.7. <i>Tensorflow</i>	14
2.8. Google Colaborator	15
2.9. <i>Deep learning</i>	15
2.10. <i>Numpy</i>	16
2.11. <i>OpenCv</i>	17
2.12. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	17
2.13. Transfer Learning	20
2.14 Visual Studio Code.....	21
2.15. <i>PyTorch</i>	21

BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1. Jenis Penelitian.....	22
3.3. Tahapan Penelitian	23
3.3.1. Pengumpulan Data.....	23
3.3.2. <i>Preprocessing</i>	29
3.3.3. Split Data	30
3.3.4. Pembangunan Arsitektur <i>EfficientNet-B1</i>	31
3.2. Training Model.....	33
3.3. Evaluasi Model.....	34
3.4. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	35
3.4. Identifikasi Perangkat.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1. Pengumpulan Data	37
4.2. Processing.....	39
4.2.1. <i>Cropping</i>	39
4.2.2. Split Data	40
4.2.3. Augmentasi Data.....	41
4.3. Pembuatan Model Deep Learning.....	42
4.3.3 <i>Data Loader</i>	44
4.3.4 Pembuatan Model <i>EfficientNet-B1</i>	44
4.3.5. Convolutional Layer	45
4.4.6. Fully Connected Layer	47
4.3.7 <i>Loss function</i>	47
4.3.8 <i>Optimizer</i>	48
4.4. Proses Pelatihan Model (<i>Training</i>).....	48
4.4.1 Iterasi Epoch dan Model Pelatihan.....	48
4.4.2 Output Training Setiap Epoch	51
4.5. Proses Pengujian Model.....	54
4.5.1 Mode Evaluasi dan Pengujian Bact	54
4.5.2. Evaluasi Akhir dan Penyimpanan Model	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	65



DAFTAR TABLE

Table 1.1. Penelitian Terdahulu.....	6
Table 3.1. Alat dan Bahan Penelitian	24
Table 3.2. Tahapan dan Instruksi Pengumpulan Data	27



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arsitektur <i>EfficientNet-B1</i>	14
Gambar 2.2. Convolutional Neural Network (CNN).....	18
Gambar 2.3. Convolutional layer	18
Gambar 2.5. <i>Polling Layer</i>	19
Gambar 4.1 Jumlah Data Perkelas	38
Gambar 3.1. Tahapan Penelitian	24
Gambar 3.2. Alur pengumpulan dataset.....	25
Gambar 3.2. Alur pengumpulan dataset.....	25
Gambar 3.3. Set Up Ruangan	27
Gambar 4.1 Jumlah Data Perkelas	39
Gambar 4.2 Split Data Perkelas	39
Gambar 4.3 Proses cropping dataset.....	40
Gambar 4.4 Pengelompokan dataset.....	41
Gambar 4.5 Hasil split data.....	42
Gambar 4.6. Progress Epoch 1-10	52
Gambar 4.7 Progress epoch 11-20	53
Gambar 4.8 Progress Epoch 21-30	53
Gambar 4.9 Metrik Akhir.....	55
Gambar 4.10 Akurasi Plot.....	56
Gambar 4.11 Loss plot	56
Gambar 4.12 Confusion Matrix	57

BAB I

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.

Dalam pengenalan tulisan tangan, *Convolutional Neural Network* (CNN) telah terbukti unggul dalam mengekstraksi fitur visual dan memberikan akurasi tinggi, bahkan pada dataset terbatas (Destalia et al., 2023). Model pretrained seperti MobileNetV2 dan VGG16 banyak diadopsi karena efisiensi dan kemudahan transfer learning. Namun, CNN masih memiliki keterbatasan dalam menangkap relasi spasial dan urusan goresan, terutama pada tulisan tangan anak ASD yang sangat variatif

Salah satu arsitektur *deep learning* yang terbukti efisien untuk tugas klasifikasi adalah *EfficientNet-B1*. Arsitektur ini dikenal mampu mencapai keseimbangan antara akurasi tinggi dan efisiensi penggunaan sumber daya komputasi, menjadikannya ideal untuk diterapkan pada sistem berbasis mobile maupun perangkat dengan keterbatasan daya pemrosesan. Dibandingkan dengan model konvensional seperti *ResNet* dan *VGG*, *EfficientNet-B1* menunjukkan performa yang lebih optimal melalui pendekatan *compound scaling*, yaitu metode peningkatan ukuran model secara proporsional pada kedalaman, lebar, dan resolusi input. Teknik ini memungkinkan peningkatan akurasi tanpa menambah kompleksitas model secara berlebihan (Tan & Le, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan arsitektur *EfficientNet-B1* dalam sistem deteksi tulisan tangan anak dengan ASD dan Non-ASD. Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada analisis performa model dalam mengekstraksi ciri khas tulisan tangan, seperti stabilitas, keterbacaan, dan tekanan goresan. Dengan pendekatan ini, sistem yang dihasilkan diharapkan mampu memberikan deteksi yang praktis, cepat, dan akurat sehingga dapat dimanfaatkan oleh tenaga medis, pendidik, maupun orang tua sebagai sarana skrining awal ASD.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah di uraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Dapatkah arsitektur *EfficientNet-B1* mendeteksi perbedaan signifikan dalam pola tulisan tangan antara anak-anak dengan ASD dan Non-ASD?
2. Seberapa tinggi akurasi yang dicapai dalam mengklasifikasikan tulisan tangan anak-anak ASD dan Non-ASD menggunakan arsitektur *EfficientNet-B1*?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini meliputi:

1. Menerapkan arsitektur *EfficientNet-B1* untuk klasifikasi tulisan tangan anak-anak dengan ASD dan Non-ASD
2. Menguji akurasi model klasifikasi yang dikembangkan dalam membedakan tulisan tangan individu ASD dan Non-ASD

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Penulis berharap penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan sistem klasifikasi tulisan tangan anak-anak ASD dan Non-ASD berbasis *deep learning*.
2. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikann pemahaman mengenai penerapan dan proses implementasi *EfficientNet-B1* dalam mendeteksi tangan anak dengan ASD dan Non-ASD

1.5. Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang diterapkan adalah:

1. Penelitian ini memanfaatkan dataset dari berbagai sumber, termasuk sampel yang dikumpulkan langsung oleh penulis serta data tambahan dari pihak ketiga. Data tersebut diperoleh dari beberapa Sekolah Luar Biasa (SLB) yang telah ditentukan, sehingga cakupan penelitian ini terbatas pada wilayah tertentu dan tidak dapat mewakili seluruh populasi anak ASD dan Non-ASD di Indonesia.
2. Dataset yang digunakan terbatas pada tulisan tangan dalam format tertentu, seperti huruf alfabet, angka, atau pola sederhana, yang telah disesuaikan dengan standar yang ditetapkan dalam proses pengumpulan data.
3. Selain tulisan tangan, penelitian ini juga mempertimbangkan durasi waktu yang dibutuhkan anak untuk menulis, tetapi tidak aspek seperti tekanan tulisan atau pola gerakan tangan secara mendetail.
4. Penelitian ini hanya melibatkan partisipan dari kelompok usia tertentu, sehingga hasil yang diperoleh merepresentasikan karakteristik dalam rentang usia tersebut dan tidak dapat dijadikan acuan untuk seluruh kelompok usia anak ASD dan non-ASD.