

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

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

Maulidia

210705053

**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 / 1445 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* DENGAN ARSITEKTUR *ALEXNET* 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)
dalam Ilmu Teknologi Informasi

Oleh:
MAULIDIA
NIM. 210705053

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi

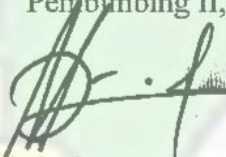
Disetujui untuk Dimunagasyahkan Oleh:

Pembimbing I,



Khairan AR, M.Kom.
NIP. 198607042014031001

Pembimbing II,



Sarini Vita Dewi, M.Eng
NIP. 198712222022032001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Informasi



Malahayati, M.T.
NIP.198301272015032003

LEMBAR PENGESAHAN

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

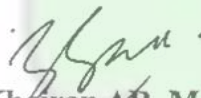
TUGAS AKHIR

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:

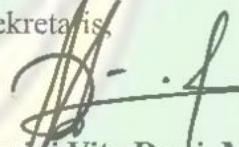
Ketua,



Khairan AR, M.Kom

NIP. 198607042014031001

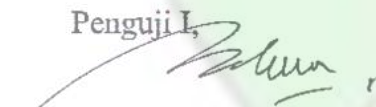
Sekretaris,



Sarini Vita Dewi, M.Eng

NIP. 198712222022032001

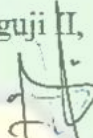
Penguji I,



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

NIP. 198301042014031002

Penguji II,

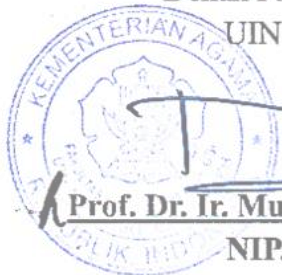


Mulkan Fadhli, S.T., M.T

NIP. 198811282020121006

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



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

NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maulidia
Nim : 210705053
Program Studi : Teknologi Informasi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Implementasi *Deep Learning* Dengan Arsitektur *Alexnet*
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,

Yang Menyatakan



Maulidia

ABSTRAK

Nama : Maulidia
Nim : 210705053
Program Studi : Teknologi Informasi
Judul : Implementasi *Deep Learning* Dengan Arsitektur *Alexnet* Dalam Klasifikasi *Autism Spectrum Disorder* (Asd) Dan Non-Asd Melalui Analisis Tulisan Tangan
Tanggal Sidang : 21 Agustus 2025 / 27 Safar 1447 H
Jumlah Halaman : 72 Halaman
Pembimbing I : Khairan AR, M.Kom
Pembimbing II : Sarini Vita Dewi, M.Eng
Kata Kunci : *Autism Spectrum Disorder*, Tulisan Tangan, *Deep Learning*, *AlexNet*, Klasifikasi

Autism Spectrum Disorder (ASD) merupakan gangguan perkembangan saraf yang memengaruhi interaksi sosial, komunikasi, dan perilaku. Aspek yang dapat digunakan untuk membedakan individu ASD dan Non-ASD adalah tulisan tangan, yang mencerminkan keterampilan motorik halus serta kontrol koordinasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode *Deep Learning* dengan arsitektur AlexNet dalam mengklasifikasikan tulisan tangan individu ASD dan Non-ASD. Dataset dikumpulkan dari 40 anak berusia 7–12 tahun, 20 anak ASD dan 20 anak Non-ASD, dengan total 2.500 citra untuk masing-masing kelas. Data melalui proses *preprocessing* berupa cropping, resize, normalisasi, dan augmentasi sebelum digunakan dalam pelatihan model. Model AlexNet diterapkan dengan teknik *transfer learning* menggunakan *pretrained weights*, di mana lapisan akhir dimodifikasi untuk klasifikasi dua kelas. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan performa yang signifikan dengan akurasi validasi mencapai lebih dari 82% pada epoch ke-20, serta stabil pada tahap akhir pelatihan. Evaluasi pada data uji menghasilkan nilai akurasi, presisi, recall, dan f1-score yang menunjukkan kemampuan model dalam membedakan tulisan tangan ASD dan Non-ASD secara efektif.

ABSTRACT

Name : Haifa Dayana
Nim : 210705002
Department : *Information Technology*
Title : *Implementing Deep Learning with the AlexNet Architecture in Classifying Autism Spectrum Disorder (ASD) and Non-ASD Through Handwriting Analysis*
Date : 21 August 2025 / 27 Safar 1447 H
Thesis Pages : 72 Pages
Supervisor I : Dr. Hendri Ahmadian, S.Si., M.I.M
Supervisor II : Mulkan Fadhli, S.T., M.T
Keywords : *Autism Spectrum Disorder, Handwriting, Deep Learning, AlexNet, Classification*

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder that affects social interaction, communication, and behavior. One of the aspects that can be used to distinguish ASD from non-ASD individuals is handwriting, which reflects fine motor skills and coordination control. This study aims to implement a Deep Learning approach using the AlexNet architecture to classify handwriting of ASD and non-ASD individuals. The dataset was collected from 40 children aged 7–12 years, consisting of 20 ASD and 20 non-ASD children, with a total of 2,500 images for each class. The data underwent preprocessing steps such as cropping, resizing, normalization, and augmentation before being used for model training. AlexNet was implemented with a transfer learning technique using pretrained weights, in which the final layer was modified for binary classification. The training results demonstrated a significant improvement in performance, with validation accuracy reaching more than 82% at the 20th epoch and remaining stable in the later stages of training. Evaluation on the test data produced accuracy, precision, recall, and f1-score values that confirmed the model's ability to effectively distinguish ASD from non-ASD handwriting. This research shows that the AlexNet architecture can be used as an alternative early screening method for ASD based on handwriting that is fast, efficient, and non-invasive.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur senantiasa kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, serta kasih sayang nya yang telah memberikan kekuatan dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW, yang telah membawa cahaya ilmu pengetahuan dan petunjuk menuju jalan yang lurus bagi seluruh umat manusia. Alhamdulillah dengan rahmat Allah yang Maha Rahman dan Maha Rahim, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Implementasi Deep Learning Dengan Arsitektur Alexnet Dalam Klasifikasi Autism Spectrum Disorder (ASD) dan Non-ASD Melalui Analisis Tulisan Tangan”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata satu Teknologi Informasi pada fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Ucapan Terimakasih Penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang menjadi sebab dari mereka penulis belajar, mendapatkan ilmu, mendapatkan dukungan, serta mendapatkan hal yang bermanfaat lainnya sehingga penulis sampai pada titik menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terutama dalam konteks ini penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Teruntuk kedua orangtua tersayang, support system terbaik dan panutanku. Terimakasih selalu berjuang dalam mengupayakan yang terbaik untuk kehidupan penulis, yang tidak pernah henti-hentinya memberikan do'a dan kasih sayang yang tulus, pemberi semangat dan selalu memberikan dukungan terbaiknya sampai penulis berhasil menyelesaikan studinya sampai sarjana.
2. Bapak Khairan Ar, M.Kom dan Ibu Sarini Vita, selaku pembimbing yang selalu bersedia meluangkan waktu, fikiran untuk membimbing penulis demi membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.

3. Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi, Ibu Malahayati, M.T dan Bapak Khairan Ar, M.Kom, serta Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknologi Informasi yang telah memberikan ilmu pengetahuan dalam bidang Teknologi Informasi kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Staf Prodi Ibu Cut Ida Rahmadiana S,Si yang telah membantu penulis dalam hal pengurusan administrasi dan surat-surat keperluan penyelesaian Tugas Akhir.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, atas segala dukungan yang telah diberikan.
6. Teman-teman mahasiswa Prodi Teknologi Informasi, serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, atas dukungan dan kebersamaannya selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Peneliti menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun selalu peneliti harapkan, demi penyusunan Tugas Akhir yang baik. Peneliti berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi peneliti, bagi para pembaca maupun peneliti selanjutnya.

Banda Aceh, 21 Agustus 2025

Maulidia

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIRError!

Bookmark not defined.

ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Rumusan Masalah	2
1. 3 Tujuan Penelitian	3
1. 4 Manfaat Penelitian	3
1. 5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
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>	10
2.5 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	10
2.6 Arsitektur <i>AlexNet</i>	14
2.7 <i>Transfer Learning</i>	15
2.8 <i>Visual Studio Code</i>	15
2.9 <i>Google Colab</i>	16
2.10 <i>Python</i>	16
2.11 <i>PyTorch</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Tahap Penelitian	19

3.3	Pengumpulan data	20
3.4	<i>Preprocessing</i> Data	27
3.5	Pembagian Data	28
3.6	Implementasi Model <i>Alexnet</i>	29
3.7	<i>Training</i> Model	31
3.8	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	33
3.9	Identifikasi Perangkat.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	Pengumpulan Data	34
4.2	<i>Preprocessing</i>	37
4.3	Pembuatan Model <i>Deep Learning</i>	41
4.5	Proses Pengujian Model (Validasi dan Evaluasi).....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....		54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 3. 1 Alat/bahan pengumpulan data	21
Tabel 3. 2 Tahapan dan instruksi pengumpulan data	24
Tabel 3. 3 Parameter data akuisisi.....	27
Tabel 3. 4 Pembagian dataset.....	28
Tabel 3. 5 Parameter pelatihan.....	31
Tabel 4. 1 Total dataset penelitian.....	35
Tabel 4. 2 Evaluasi Akhir.....	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses <i>Convolution Neural Network</i> (CNN)	11
Gambar 2. 2 Citra berukuran 4*4.....	11
Gambar 2. 3 Ukuran filter 2*2	11
Gambar 2. 4 Citra Ukuran 3*3	12
Gambar 2. 5 Nilai <i>Pixel</i> Citra Baru Hasil Convolusi.....	12
Gambar 2. 6 Grakfik Fungsi Aktivitas <i>ReLU</i>	12
Gambar 2. 7 Nilai <i>Pixel</i> Baru Keluaran <i>ReLU</i>	13
Gambar 2. 8 Nilai <i>Pixel</i> Citra Baru Hasil <i>ReLU</i>	13
Gambar 2. 9 Nilai Citra Hasil <i>Max Pooling</i>	13
Gambar 2. 10 Proses Pembentukan Flatten	13
Gambar 2. 11 Hubungan <i>Flattening</i> Dengan <i>Fully Connected</i>	14
Gambar 2. 12 Arsitektur <i>AlexNet</i>	15
Gambar 3. 1 Diagram Tahapan penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Diagram Alur Pengumpulan Dataset.....	20
Gambar 3. 3 Desain Ruangan	23
Gambar 3. 4 Proses Pemindahan Data Citra	26
Gambar 4. 1 Tulisan ASD	35
Gambar 4. 2 Tulisan Non-ASD.....	35
Gambar 4. 3 Distribusi Citra Tulisan Per-Kelas.....	36
Gambar 4. 4 Distribusi data per-split dan kelas	36
Gambar 4. 5 Proses <i>Cropping</i>	37
Gambar 4. 6 Pengelompokan Dataset	38
Gambar 4. 7 Hasil Split Data	39
Gambar 4. 8 Proses <i>training</i> 10 <i>epoch</i> pertama	45
Gambar 4. 9 Proses <i>training epoch</i> 11-20.....	46
Gambar 4. 10 Proses <i>training epoch</i> 21-26.....	46
Gambar 4. 11 Grafik train <i>accuracy</i>	49
Gambar 4. 12 Grafik train <i>loss</i>	50
Gambar 4. 13 <i>Confusion matrix</i>	50

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Perkembangan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) telah membuka peluang besar dalam berbagai bidang, termasuk bidang kesehatan. Salah satu cabang kecerdasan buatan yang banyak diterapkan dalam analisis data medis adalah *Deep Learning*. *Deep Learning* merupakan metode pembelajaran mesin yang meniru cara kerja otak manusia dalam mengenali pola dan fitur kompleks dalam data. Dengan menggunakan jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Networks*), *Deep Learning* mampu melakukan klasifikasi dan prediksi dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Salah satu arsitektur *Deep Learning* yang terkenal dalam klasifikasi gambar adalah *AlexNet*. *AlexNet* diperkenalkan oleh Alex Krizhevsky pada tahun 2012 dan menjadi terobosan besar dalam bidang pengenalan citra. Arsitektur ini memiliki beberapa lapisan konvolusi yang mampu mengekstrak fitur dari gambar secara mendalam, sehingga sangat efektif dalam tugas klasifikasi gambar. Dengan keunggulan tersebut, *AlexNet* banyak digunakan dalam berbagai penelitian, termasuk di bidang medis (Mochammad et al. 2023).

Autism Spectrum Disorder (ASD) adalah gangguan perkembangan saraf yang mempengaruhi interaksi sosial, komunikasi, dan perilaku individu. ASD memiliki spektrum gejala yang luas, sehingga diagnosis nya memerlukan berbagai metode evaluasi (Herdianti, Lestari, and Yuliza 2024). Di sisi lain, individu non-ASD tidak memiliki gangguan perkembangan yang sama, sehingga pola perilaku dan motorik mereka cenderung berbeda dari individu ASD. Salah satu aspek yang menarik untuk diteliti dalam membedakan ASD dan non-ASD adalah tulisan tangan. Tulisan tangan individu ASD sering kali menunjukkan karakteristik unik yang berbeda dari individu non-ASD. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa individu dengan ASD cenderung memiliki kontrol motorik yang berbeda, tekanan pena yang bervariasi, serta pola tulisan yang tidak konsisten. Dengan demikian, tulisan tangan dapat menjadi indikator potensial dalam mendeteksi ASD secara lebih cepat dan akurat (van den Bos et al. 2022)

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di sekolah-sekolah yang menangani anak dengan ASD, ditemukan bahwa banyak dari mereka mengalami kesulitan dalam menulis dengan pola yang stabil. Beberapa anak menunjukkan perbedaan signifikan dalam tekanan tulisan dan konsistensi bentuk huruf dibandingkan dengan anak non-ASD. Temuan ini mengindikasikan bahwa tulisan tangan dapat menjadi faktor pembeda yang relevan untuk analisis klasifikasi ASD dan non-ASD, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu metode deteksi dini. Pemilihan tulisan tangan sebagai objek analisis dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa alasan utama. Pertama, tulisan tangan merupakan aktivitas motorik halus yang mencerminkan keterampilan koordinasi dan kontrol individu. Kedua, tulisan tangan mudah dikumpulkan dan dianalisis tanpa memerlukan alat medis yang kompleks. Ketiga, analisis tulisan tangan dapat menjadi metode skrining awal yang lebih murah dan efisien dibandingkan metode diagnostik lainnya.

Arsitektur *AlexNet* dipilih dalam penelitian ini karena memiliki kemampuan yang kuat dalam ekstraksi fitur dari gambar tulisan tangan. Dengan struktur jaringan yang mendalam, *AlexNet* dapat mengenali pola tulisan tangan individu ASD dan non-ASD dengan lebih baik dibandingkan metode konvensional. Keunggulan lain dari *AlexNet* adalah kemampuannya dalam menangani data gambar berukuran besar dengan efisiensi yang tinggi.

Manfaat utama dari penelitian ini adalah memberikan alternatif baru dalam deteksi dini ASD. Dengan adanya sistem klasifikasi berbasis *Deep Learning*, diharapkan proses identifikasi ASD dapat dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan non-invasif. Hal ini akan membantu para profesional kesehatan dalam memberikan intervensi lebih awal, sehingga individu dengan ASD dapat menerima dukungan dan terapi yang lebih tepat guna meningkatkan kualitas hidup mereka.

1. 2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penerapan *Deep Learning* dengan arsitektur *AlexNet* dalam klasifikasi *Autism Spectrum Disorder* (ASD) dan non-ASD melalui analisis tulisan tangan?
2. Sejauh mana akurasi model *AlexNet* dalam membedakan tulisan tangan individu ASD dan non-ASD?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini meliputi :

1. Menerapkan arsitektur *Deep Learning AlexNet* untuk klasifikasi tulisan tangan individu ASD dan non-ASD.
2. Mengukur akurasi model *AlexNet* dalam membedakan pola tulisan tangan kedua kelompok.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka manfaat penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan sistem klasifikasi berbasis *AlexNet* sebagai alat bantu skrining ASD.
2. Mempermudah deteksi dini ASD tanpa alat diagnostik kompleks.
3. Membantu pendidik dan orang tua memahami ciri tulisan anak ASD.

1.5 Batasan Masalah

Beberapa Batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada klasifikasi tulisan tangan individu ASD dan non-ASD tanpa memperhatikan gangguan motorik lain.
2. Dataset terdiri dari huruf A-Z dan kata-kata singkat yang ditulis pada kertas HVS A4 dengan pensil trigonal.
3. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah arsitektur *AlexNet*, sehingga tidak dilakukan perbandingan dengan arsitektur *Deep Learning* lainnya.
4. Evaluasi model dilakukan berdasarkan akurasi klasifikasi dan efektivitas metode sebagai alat skrining dini, bukan diagnosis medis.