

**ANALISIS PARAMETER THERMAL IMAGING SEBAGAI
INDIKATOR RESPONS FISIOLOGIS NON-SPEKTRUM PADA
ANAK AUTISME SPECTRUM DISORDER (ASD)**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro**

OLEH:

AZIZ DHIMAS ANDREANSYAH

062240342225

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama : Aziz Dhimas Andreansyah
NPM : 062240342225
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 04 Januari 2004
Alamat : Jl. Masjid Perumahan Puri Mas Garden Blok C9
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : "Analisis Parameter Thermal Imaging Sebagai Indikator Respons Fisiologis Non-Spesifik Pada Anak Autisme Spectrum Disorder (ASD)"

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah dan Transkrip (ASLI & COPY), demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Juni 2026

Yang Menyatakan



METER
TEMPERATUR
ID: A0X0782301

Aziz Dhimas Andreansyah



LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PARAMETER THERMAL IMAGING SEBAGAI
INDIKATOR RESPONS FISILOGIS NON-SPEKIFIK PADA
ANAK AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD)



Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

Aziz Dhimas Andreansyah

062240342225

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,


Ir. Ekawati Prihatini, S.T., M.T.
NIP. 197903102002122005


Dr. Ir. Solahat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM
NIP. 197907222005011007

Mengesetui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro,

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro,




Ir. Renny A. Kusuma, S.T., M.T.
NIP. 198910022019032013

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Jika orang lain bisa, mengapa aku tidak?”

Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Papa dan Mama Tercinta
Terima kasih atas segala dukungan, baik secara materi maupun nonmateri, serta doa yang senantiasa menyertai setiap langkah penulis. Terima kasih telah menjadi tempat berkeluh kesah dalam perjalanan perkuliahan penulis. Terima kasih atas segala hal yang telah diberikan kepada penulis dengan penuh kasih dan ketulusan.
2. Ibu Ir. Ekawati Prihatini, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.,. Selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikiran dalam memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesabaran, perhatian, dan dukungan yang telah diberikan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Kepada adik-adik serta seluruh keluarga terdekat, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus atas doa, kasih sayang, perhatian, dukungan, serta semangat yang senantiasa diberikan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Kehadiran, pengertian, dan motivasi yang diberikan menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam menghadapi setiap tantangan dan proses yang dilalui.

ABSTRAK

ANALISIS PARAMETER PENCITRAAN TERMAL SEBAGAI INDIKATOR RESPONS FISIOLOGIS NON-SPESTIFIK PADA ANAK DENGAN GANGGUAN SPEKTRUM AUTISME (ASD)

(2026: + 75 Halaman + 34 Gambar + 8 Tabel + Referensi + Lampiran)

AZIZ DHIMAS ANDREANSYAH

062240342225

SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Gangguan Spektrum Autisme (ASD) adalah gangguan perkembangan saraf yang dapat memengaruhi respons fisiologis seseorang. Pengukuran respons fisiologis secara konvensional umumnya masih mengandalkan sensor kontak, yang berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan pada anak dengan ASD. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis parameter pencitraan termal sebagai indikator respons fisiologis non-spesifik menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dan Temporal Convolutional Network (TCN). Data pencitraan termal diperoleh menggunakan kamera MLX90640 dan kemudian diproses melalui tahapan pra-pemrosesan, pembentukan sekuens, pelabelan, pelatihan model, serta evaluasi menggunakan metrik Akurasi, Presisi, Recall, F1-score, dan Confusion Matrix. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN-TCN mencapai akurasi sebesar 44,44%, presisi 30,00%, recall 44,44%, dan F1-score 35,71%. Hasil ini mengindikasikan bahwa metode CNN-TCN mampu menganalisis dan mengklasifikasikan parameter termal berdasarkan data pencitraan termal, meskipun kinerja model masih perlu ditingkatkan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembangan analisis fisiologis non-kontak berbasis pencitraan termal pada anak dengan Gangguan Spektrum Autisme (ASD).

Kata Kunci : Autism Spectrum Disorder (ASD), Thermal imaging, Convolutional Neural Network (CNN), Temporal Convolutional Network (TCN), Deep Learning

ABSTRACT

ANALYSIS OF THERMAL IMAGING PARAMETERS AS INDICATORS OF NON-SPECIFIC PHYSIOLOGICAL RESPONSES IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD)

(2026: + 75 Pages + 34 Figures + 8 b Tables + References + Attachments)

AZIZ DHIMAS ANDREANSYAH

062240342225

BACHELOR OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder that can affect a person's physiological responses. Conventional measurements of physiological responses generally still rely on contact sensors, which can potentially cause discomfort in children with ASD. Therefore, this study aims to analyze thermal imaging parameters as indicators of nonspecific physiological responses using Convolutional Neural Network (CNN) and Temporal Convolutional Network (TCN) methods. Thermal imaging data were acquired using an MLX90640 camera and then processed through the stages of preprocessing, sequence formation, labeling, model training, and evaluation using Accuracy, Precision, Recall, F1-score , and the Confusion Matrix. The results show that the CNN-TCN model achieved an accuracy of 44.44%, a precision of 30.00%, a recall of 44.44%, and an F1-score of 35.71%. These results indicate that the CNN-TCN method is capable of analyzing and classifying thermal parameters based on thermal imaging data, although the model's performance still needs to be improved. This study is expected to serve as a reference for the development of non-contact physiological analysis based on thermal imaging in children with Autism Spectrum Disorder (ASD).

Keywords : *Autism Spectrum Disorder (ASD), Thermal imaging, Convolutional Neural Network (CNN), Temporal Convolutional Network (TCN), Deep Learning.*

KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik, lancar dan dengan ilmu yang bermanfaat. Tidak lupa juga sholawat serta salam kita curahkan dan panjatkan kepada nabi kita nabi besar kita nabi Muhammad SAW dan umatnya hingga akhir zaman.

Penulis Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro Pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas Akhir ini berisi Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Hasil dan Pembahasan dan Bab V Kesimpulan.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, arahan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih:

1. **Ibu Ir. Ekawati Prihatini, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing I**
2. **Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. Selaku Dosen Pembimbing II.**

Kemudian dengan segala ketulusan hati penulis juga berterimakasih atas dukungan, bimbingan, bantuan, dan kemudahan dari berbagai pihak, antara lain:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.T.I. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T. Selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Kedua orang tua serta adik-adik penulis yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan, dan semangat tanpa henti selama perjalanan pendidikan hingga penyusunan tugas akhir ini. Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas setiap pengorbanan, perhatian, dan kepercayaan

yang telah diberikan, baik berupa dukungan moral, materi, maupun motivasi, sehingga penulis mampu melewati berbagai tantangan dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

6. Sahabat-sahabat penulis yang telah menjadi bagian dari perjalanan penyusunan tugas akhir ini. Penulis menyampaikan terima kasih yang tulus atas setiap dukungan, semangat, doa, perhatian, serta kebersamaan yang telah diberikan. Kehadiran dan motivasi dari sahabat-sahabat menjadi penyemangat bagi penulis dalam menghadapi berbagai tantangan hingga akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Semua pihak yang telah membantu dan menyelesaikan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran mendukung dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Terima kasih atas perhatiannya.

Palembang, Juni 2026

Penulis

Aziz Dhimas Andreansyah
NIM. 062240342225

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	1
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan	4
1.4.2 Manfaat.....	5
1.5.1 Metode Literatur.....	5
1.5.2 Metode Observasi.....	5
1.5.3 Metode Wawancara	6
1.6 Sistematikan Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>State Of The Art</i>	8
2.2 <i>Autism Spectrum Disorder (ASD)</i>	12
2.3 Respon Fisiologis Pada Anak dengan Autism Spectrum Disorder (ASD)	13
2.4 <i>Thermal imaging</i>	16
2.4.1 Prinsip <i>Thermal imaging</i>	16
2.4.2 Parameter <i>Thermal imaging</i>	17

2.4.3 *Thermal imaging* sebagai Indikator Respons Fisiologis Non-Spesifik

17

2.5	<i>Machine learning</i>	18
2.6	Deep Learning	19
2.7	<i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	21
2.7.1	Arsitektur <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	24
2.8	<i>Temporal Convolutional Network (TCN)</i>	28
2.9	CNN-TCN.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Diagram Alir Penelitian	30
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.3	Perancangan Sistem	33
3.3.1	Diagram Blok Sistem	33
3.4	Akuisisi Data	40
3.4.1	Subjek Penelitian	41
3.4.2	Prosedur Pengambilan Data.....	41
3.4.3	Karakteristik Dataset <i>Thermal imaging</i>	42
3.5	Implementasi Metode CNN-TCN.....	44
3.5.1	Preprocessing Data	44
3.5.2	Pelabelan Data	45
3.5.3	Arsitektur CNN-TCN	46
3.5.4	Pelatihan Model.....	48
3.5.5	Metode Evaluasi Model.....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		52
4.1	Implementasi Sistem.....	52
4.1.1	Hasil Perancangan Perangkat Keras	53
4.1.2	Implementasi Akuisisi Data.....	54
4.1.3	Implementasi Antarmuka Sistem (HMI)	55
4.2	Preprocessing Data	56
4.3	Implementasi Model CNN-TCN	61
4.3.1	Arsitektur Model CNN-TCN.....	61

4.3.2	Konfigurasi Model.....	62
4.3.3	Proses Pelatihan Model	63
4.4	Hasil Pelatihan Model.....	64
4.4.1	Hasil Pelatihan Model	64
4.5	Hasil Evaluasi Model.....	66
4.5.1	Hasil Prediksi Model	66
4.5.2	Confusion Matrix.....	67
4.5.3	Hasil Evaluasi Model	68
4.6	Analisis Parameter Thermal imaging	69
4.6.1	Analisis Parameter Thermal imaging	69
4.6.2	Analisis Kemampuan Model CNN-TCN	70
BAB V PENUTUP.....		70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN.....		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Deep Learning.....	20
Gambar 2. 2 Convolutional Neural Network (CNN).....	21
Gambar 2. 3 Proses Konvolusi Layer	23
Gambar 2. 4 Arsitektur LeNet-5	25
Gambar 2. 5 Arsitektur AlexNet	26
Gambar 2. 6 Visual Geomtry Group (VGG).....	27
Gambar 2. 7 Arsitektur ResNet-50.....	28
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3. 2 Diagram Blok.....	33
Gambar 3. 3 Raspberry Pi.....	34
Gambar 3. 4 Human-Machine Interface (HMI).....	35
Gambar 3. 5 ESP32.....	36
Gambar 3. 6 Webcam.....	37
Gambar 3. 7 Kamera Mlx90640	37
Gambar 3. 8 Kamera Servo.....	38
Gambar 3. 9 Python	39
Gambar 3. 10 Kaggle	40
Gambar 4. 1 Hasil Perangkat Keras	53
Gambar 4. 2 Hasil Realisasi Sistem.....	55
Gambar 4. 3 Implementasi Antarmuka Sistem	56
Gambar 4. 4 Preprocessing Data.....	57
Gambar 4. 5 Pembacaan Dataset	57
Gambar 4. 6 Pembagian Dataset.....	58
Gambar 4. 7 Pembentukan Label.....	59
Gambar 4. 8 Pembentukan Sequence.....	59
Gambar 4. 9 Pembacaan Dataset	60
Gambar 4. 10 Pembacaan Dataset 2	60
Gambar 4. 11 Arsitektur CNN-TCN	61
Gambar 4. 12 Program Arsitektur CNN-TCN	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State Of The Art	8
Tabel 2.1 State Of The Art	8
Tabel 3. 1 Subjek Penelitian.....	41
Tabel 3. 2 Pelabelan Data.....	46
Tabel 3. 3 Konfigurasi Pelatihan Model CNN-TCN.....	48
Tabel 4. 1 Pembagian Dataset.....	58
Tabel 4. 2 Konfigurasi Model	62
Tabel 4. 3 Hasil Pelatihan Model	64
Tabel 4. 4 Hasil Evaluasi Model.....	69
Tabel 4. 5 Rentang Akurasi.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat dan Dokumentasi	75
Lampiran 2 Lembar Kesepakatan Bimbingan Tugas Akhir (TA)	77
Lampiran 3 Lembar Pengajuan Judul Tugas Akhir (TA)	78
Lampiran 4 Lembar Pengesahan Judul Tugas Akhir (TA)	79
Lampiran 5 Lembar Konsultasi Tugas Akhir	80
Lampiran 6 Lembar Rekomendasi Ujian Tugas Akhir (TA)	84
Lampiran 7 Program Software	85

