

**ANALISIS STABILITAS DAN AKURASI PENGUKURAN SUHU WAJAH
BERBASIS KAMERA TERMAL PADA SUBJEK AUTISME**



TUGAS AKHIR

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

OLEH:

HUSWATUN HASANAH S

062240342207

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama : Huswatun Hasanah S
NPM : 062240342207
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 06 Mei 2005
Alamat : Jl. Kasnariansyah, No, 1371
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : "Analisis Stabilitas dan Akurasi Pengukuran Suhu Wajah Berbasis Kamera Termal Pada Subjek Autisme"

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



Huswatun Hasanah S

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS STABILITAS DAN AKURASI PENGUKURAN SUHU WAJAH BERBASIS KAMERA TERMAL PADA SUBJEK AUTISME



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

Oleh:

Huswatun Hasanah S

062240342207

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Ir. Ekawati Prihatini, S.T., M.T.
NIP. 197903102002112005

Dosen Pembimbing II

Muhammad Azri Yahya, S.Pd., M.Eng.
NIP. 199305232922031010

Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro

Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T.
NIP. 198910022019032013

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah: 6)

Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Ibu dan Bapak yang selalu menjadi panutan, sumber semangat, serta kebahagiaan dalam kehidupan penulis. Terima kasih atas segala doa, cinta, kasih sayang, dan dukungan yang tidak pernah berhenti. Walaupun Ibu dan Bapak tidak sempat merasakan bangku perkuliahan, dengan segala perjuangan dan pengorbanan, Ibu dan Bapak mampu mengantarkan putri bungsu ini hingga jenjang pendidikan ini. Setiap proses yang penulis lalui tidak lepas dari peran, kesabaran, serta kepercayaan yang selalu Ibu dan Bapak berikan.
2. Ibu Ir. Ekawati Prihatini, S.T., M.T. dan Bapak Muhammad Amri Yahya, S.Pd., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih atas kesabaran dan dukungan yang diberikan hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Kakak-kakakku, Letda Czi Imam Supriyanto, S.T., Rezky Rahmawati, dan Barra Suprianto, A.Md.T., yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

ABSTRAK

ANALISIS STABILITAS DAN AKURASI PENGUKURAN SUHU WAJAH BERBASIS KAMERA TERMAL PADA SUBJEK AUTISME

(2026: + 81 Halaman+ 27 Gambar + 12 Tabel + 36 Daftar Pustaka + 10 Lampiran)

HUSWATUN HASANAH S

062240342207

SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Anak-anak dengan Gangguan Spektrum Autisme (ASD) umumnya memiliki sensitivitas tinggi terhadap kontak fisik sehingga pengukuran suhu tubuh tanpa kontak menjadi alternatif yang lebih nyaman dan aman. Penelitian ini bertujuan menganalisis stabilitas dan akurasi pengukuran suhu wajah menggunakan kamera termal MLX90640 yang terintegrasi dengan Raspberry Pi dan model Convolutional Neural Network (CNN). Data diperoleh melalui pengambilan citra termal wajah subjek autisme, kemudian dilakukan tahap prapemrosesan, pelatihan model, dan pengujian. Stabilitas sistem dievaluasi menggunakan nilai rata-rata (mean) dan standar deviasi (SD) dari pengukuran berulang, sedangkan akurasi dianalisis berdasarkan Mean Absolute Error (MAE), Mean Squared Error (MSE), dan Root Mean Squared Error (RMSE) antara suhu aktual dan prediksi. Hasil menunjukkan sistem menghasilkan pengukuran yang stabil dengan standar deviasi rendah serta mampu memprediksi suhu wajah dengan tingkat kesalahan kecil. Sistem ini berpotensi menjadi solusi pengukuran suhu wajah tanpa kontak yang nyaman dan andal bagi penyandang autisme.

Keywords : Autism Spectrum Disorder, MLX90640, Convolutional Neural Network (CNN)

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE STABILITY AND ACCURACY OF THERMAL CAMERA-BASED FACIAL TEMPERATURE MEASUREMENTS IN INDIVIDUALS WITH AUTISM

(2026: + 81 Pages + 27 Figures + 12 Tables + 36 References + 10 Attachments)

HUSWATUN HASANAH S

062240342207

BACHELOR OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

Children with Autism Spectrum Disorder (ASD) often exhibit high sensitivity to physical contact, making non-contact body temperature measurement a more comfortable and safe alternative. This study aims to analyze the stability and accuracy of facial temperature measurements using an MLX90640 thermal camera integrated with a Raspberry Pi and a Convolutional Neural Network (CNN) model. Data were obtained by capturing thermal images of the faces of autistic subjects, followed by preprocessing, model training, and testing phases. System stability was evaluated using the mean and standard deviation (SD) of repeated measurements, while accuracy was analyzed based on Mean Absolute Error (MAE), Mean Squared Error (MSE), and Root Mean Squared Error (RMSE) between actual and predicted temperatures. The results demonstrate that the system produces stable measurements with low standard deviation and is capable of predicting facial temperature with a low error rate. This system holds potential as a comfortable and reliable non-contact facial temperature measurement solution for individuals with autism.

Keywords : *Autism Spectrum Disorder; MLX90640, Convolutional Neural Network (CNN)*

KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, tidak lupa juga shalawat serta salam kita curahkan dan panjatkan kepada Nabi kita, Nabi Besar kita, Nabi Muhammad SAW, dan umatnya hingga akhir zaman. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Stabilitas Dan Akurasi Pengukuran Suhu Wajah Berbasis Kamera Termal Pada Subjek Autisme”** ini dengan baik, lancar dan dengan ilmu yang bermanfaat.

Penulis Tugas Akhir ini melakukan penulisan dalam rangkap untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas Akhir Tugas Akhir ini berisi Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metode Penelitian, Bab IV Jadwal Kegiatan dan Anggaran Biaya.

Penyusunan Tugas Akhir 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 Muhammad Amri Yahya, S.Pd., M.Eng. 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. Orang tua, Ibu Rusmiatun dan Bapak R. Suprianto, serta kakak penulis, Letda Czi Imam Supriyanto, S.T., Rezky Rahmawati, dan Barra Suprianto, A.Md.T.,

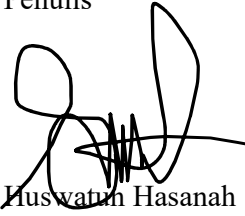
yang senantiasa menjadi sumber kekuatan, inspirasi, dan penopang utama dalam setiap langkah penulis. Penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya atas segala doa, dukungan, kasih sayang, serta pengorbanan yang tiada henti, baik dalam bentuk tenaga, materi, pendidikan, maupun motivasi, yang terus mengiringi perjalanan penulis hingga mencapai tahap ini.

6. Teman-teman kelas 8ELB, rekan seperjuangan yang telah bersama-sama melewati berbagai dinamika perkuliahan sejak awal hingga saat ini. Kebersamaan, solidaritas, dan semangat yang terjalin menjadi kenangan berharga dalam perjalanan akademik penulis.
7. Teman-teman satu pembimbing, Handy dan Aziz, yang telah berjuang bersama sejak semester enam hingga tahap akhir penyusunan tugas akhir ini.
8. Sahabat-sahabat penulis, Farah, Marcella, Sefti, Nanda, Rahma, Nisa, dan Akmal, yang selalu hadir memberikan dukungan moral, semangat, serta menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah. Kehadiran kalian memberikan warna dan kekuatan tersendiri dalam perjalanan penulis.
9. Seluruh pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Setiap bantuan yang diberikan sangat berarti bagi penulis.

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

Palembang, Juni 2026

Penulis



Huswathi Hasanah S
NIM. 062240342207

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	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Metode Penelitian	4
1.5.1 Metode Literatur	4
1.5.2 Metode Observasi	4
1.5.3 Metode Wawancara	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>State Of the Art</i>	6
2.2 <i>Autism Spectrum Disorder (ASD)</i>	9
2.2.1 Klasifikasi Anak dengan <i>Autism Spectrum Disorder (ASD)</i>	10
2.3 Stabilitas Pengukuran.....	11
2.4 Akurasi Pengukuran.....	11
2.5 Kamera Termal Inframerah.....	12

2.6	Teknologi Pencitraan Termal	13
2.7	Deep Learning.....	13
2.8	Metode Convolutional Neural Network (CNN)	14
2.8.1	Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN).....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1	Perancangan Tugas Akhir	22
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.3	Alat dan Bahan.....	23
3.3.1	Raspberry Pi.....	23
3.3.2	Human-Machine Interface (HMI).....	24
3.3.3	ESP32.....	24
3.3.4	Webcam.....	25
3.3.5	Python	25
3.3.6	EasyEDA.....	26
3.3.7	SolidWorks.....	26
3.3.8	Kaggle	27
3.4	Blok Diagram Sistem.....	28
3.5	Perancangan Perangkat Keras.....	30
3.5.1	Rangkaian Skematik (Wiring Diagram).....	30
3.5.2	Perancangan Mekanik (Desain 3D)	31
3.6	Perancangan Perangkat Lunak.....	33
3.6.1	Flowchart Sistem.....	33
3.6.2	Flowchart Pelatihan Model CNN.....	35
3.7	Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data	37
3.7.1	Pengumpulan Dataset.....	37
3.7.2	Pelatihan Model CNN.....	39
3.8.1	Pengujian Stabilitas.....	40
3.8.2	Pengujian Akurasi Prediksi	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		42
4.1	Hasil Perancangan Perangkat Keras	42
4.1.1	Hasil Rangkaian Elektronik	42

4.1.3	Tampilan Antarmuka Sistem (HMI)	43
4.2	Hasil Perancangan Model CNN.....	44
4.2.1	Arsitektur Model	44
4.2.2	Proses Pelatihan Model	44
4.3	Hasil Pengujian Stabilitas Pengukuran Suhu.....	46
4.4	Hasil Pengujian Akurasi Prediksi Suhu	48
BAB 5	PENUTUP	54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN.....		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kamera mlx90640	13
Gambar 2. 2 Struktur Deep Learning	14
Gambar 2. 3 Arsitektur CNN	14
Gambar 2. 4 Proses Konvolusi Layer.....	15
Gambar 2. 5 Arsitektur LeNet-5.....	17
Gambar 2. 6 Arsitektur AlexNet.....	17
Gambar 2. 7 Arsitektur VGG	18
Gambar 2. 8 Arsitektur GoogLeNet	19
Gambar 2. 9 Arsitektur ResNet-50.....	19
Gambar 2. 10 Arsitektur rPPG	21
Gambar 3. 1 Tahapan Perencanaan Tugas Akhir.....	22
Gambar 3. 2 Raspberry Pi	23
Gambar 3. 3 Human-Machine Interface.....	24
Gambar 3. 4 ESP32	25
Gambar 3. 5 Webcam	25
Gambar 3. 6 Python.....	26
Gambar 3. 7 EasyEDA	26
Gambar 3. 8 Solid Work.....	27
Gambar 3. 9 Kaggle.....	28
Gambar 3. 10 Blok Diagram	28
Gambar 3. 11 Rangkaian Skematik	31
Gambar 3. 12 Desain Mekanik.....	32
Gambar 3. 13 Flowchart Sistem	33
Gambar 3. 14 Flowchart Pelatihan CNN.....	35
Gambar 3. 15 Split Data	38
Gambar 3. 16 Preprocessing Data	38
Gambar 3. 17 Model CNN	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State of the Art.....	14
Tabel 4. 1 Epoch 30.....	45
Tabel 4. 2 Epoch 60.....	45
Tabel 4. 3 Epoch 100.....	46
Tabel 4. 4 Stabilitas Pengukuran Suhu.....	46
Tabel 4. 5 Nilai Mean dan Standar Deviasi.....	47
Tabel 4. 6 Pengujian Akurasi Prediksi Suhu Subjek 1	48
Tabel 4. 7 Pengujian Akurasi Prediksi Suhu Subjek 2	49
Tabel 4. 8 Pengujian Akurasi Prediksi Suhu Subjek 3	50
Tabel 4. 9 Pengujian Akurasi Prediksi Suhu Subjek 4	51
Tabel 4. 10 Pengujian Akurasi Prediksi Suhu Subjek 5	52
Tabel 4. 11 Hasil Percobaan Pengujian Akurasi.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program CNN.....	60
Lampiran 2 Proses Pengambilan Data	68
Lampiran 3 Realtime.....	69
Lampiran 4 Lembar Kessepekatan Bimbingan Tugas Akhir (TA)	70
Lampiran 5 Lembar Pengajuan Judul Tugas Akhir (TA)	71
Lampiran 6 Lembar Pengesahan Judul Tugas Akhir (TA).....	72
Lampiran 7 Lembar Konsultasi Tugas Akhir	73
Lampiran 8 Lembar Rekomendasi Ujian Tugas Akhir (TA).....	77
Lampiran 9 Surat Izin Pengambilan Data	78
Lampiran 10 LoA.....	79

