

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KEMATANGAN
BUAH TOMAT APEL MENGGUNAKAN METODE *FUZZY*
MAMDANI DENGAN EKSTRAKSI WARNA HSV**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Komputer
Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang**

**OLEH:
ALFARISI ISHAM
062330701412**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KEMATANGAN
BUAH TOMAT APEL MENGGUNAKAN METODE FUZZY
MAMDANI DENGAN EKSTRAKSI WARNA HSV



LAPORAN TUGAS AKHIR

OLEH:

ALFARISI ISHAM
062330791412

Palembang, 2026

Pembimbing I


Arsia Rini, S.Kom., M.Kom.
NIP.198809222020122014

Pembimbing II


M. Agus Triawan, M.T.
NIP: 199008122022031004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Komputer


Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197305162002121001

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KEMATANGAN BUAH TOMAT
APEL MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI DENGAN
EKSTRAKSI WARNA HSV**

Telah Diuji dan dipertabankan di depan dewan penguji
Sidang Laporan Tugas Akhir pada Rabu, 20 Juli 2026

Ketua Dewan penguji

Tanda Tangan

Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197305162002121001


.....

Anggota Dewan penguji

Dr. Ir. Alan Novi Toppunu, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng., APEC Eng
NIP. 197611082000031002


.....

Adi Sutrisman, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197503052001121005

.....

Fithri Selva Jumeilah, S.Kom., M.T.I
NIP. 199005042020122013


.....

Palembang,
Mengetahui
Ketua Jurusan,

2026



Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom.
NIP: 197305162002121001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa,

Nama Mahasiswa : Alfarisi Isham
NIM : 062330701412
Kelas : 6 CB
Jurusan/Program Studi : Teknik Komputer/D-III Teknik Komputer
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Deteksi Kematangan Buah Tomat
Apel Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani dengan
Ekstraksi Warna HSV

Dengan ini menyatakan:

1. Skripsi yang saya buat dengan judul sebagaimana tersebut di atas beserta isinya merupakan hasil penelitian saya sendiri.
2. Skripsi tersebut bukan plagiat atau menyalin dokumen skripsi milik orang lain.
3. Apabila skripsi ini di kemudian hari dinyatakan plagiat atau menyalin skripsi orang lain, maka saya bersedia menanggung konsekuensinya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan untuk diketahui oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Palembang, 18 Agustus 2026

Penulis,



Alfarisi Isham

NPM. 062330701412

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar.”
(QS. Al-Baqarah: 153)

“I can do this all day.”
(Steve Rogers)

PERSEMBAHAN

Laporan akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Allah SWT.
2. Orang tua.
3. Teman-teman seperjuangan.
4. Almamater tercinta, Politeknik Negeri Sriwijaya.

ABSTRAK
RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KEMATANGAN
BUAH TOMAT APEL MENGGUNAKAN METODE *FUZZY MAMDANI*
DENGAN EKSTRAKSI WARNA HSV

(Alfarisi Isham 2026: 81)

Penentuan kematangan buah tomat secara visual dapat dipengaruhi oleh subjektivitas pengamat dan kondisi pencahayaan. Tugas akhir ini bertujuan merancang alat deteksi kematangan buah tomat apel menggunakan ekstraksi warna HSV dan metode *Fuzzy Mamdani*. ESP32-CAM digunakan untuk mengambil citra dan memperoleh nilai *Hue*, *Saturation*, dan *Value* dari area *Region of Interest*, sedangkan ESP32 DevKit V1 digunakan untuk menjalankan 16 aturan *Fuzzy Mamdani*. Hasil defuzzifikasi berupa indeks kematangan pada domain 0 sampai 100 yang dipetakan menjadi kategori sangat mentah, mentah, setengah matang, hampir matang, dan matang. Pengujian terhadap 49 sampel menghasilkan 38 klasifikasi yang sesuai dan 11 klasifikasi yang tidak sesuai dengan label acuan visual. Sistem memperoleh akurasi sebesar 77,55% dan *error* sebesar 22,45%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alat dapat digunakan sebagai prototipe untuk membantu klasifikasi kematangan tomat apel berdasarkan karakteristik warna pada kondisi pengujian yang terkontrol.

Kata kunci: Tomat Apel, HSV, *Fuzzy Mamdani*, ESP-32-CAM, klasifikasi kematangan

ABSTRACT

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MATURITY DETECTION DEVICE
FOR APPLE TOMATOES USING THE MAMDANI FUZZY METHOD WITH
HSV COLOR EXTRACTION**

(Alfarisi Isham 2026: 81)

Visual assessment of apple tomato ripeness can be affected by observer subjectivity and lighting conditions. This final project aims to design a ripeness detection device using HSV color extraction and the Mamdani fuzzy method. The ESP32-CAM captures images and obtains Hue, Saturation, and Value values from a Region of Interest, while the ESP32 DevKit V1 processes the data using 16 Mamdani fuzzy rules. The defuzzification result is expressed as a ripeness index from 0 to 100 and mapped into five categories: very unripe, unripe, half-ripe, nearly ripe, and ripe. Testing on 49 tomato samples produced 38 classifications that matched the visual reference labels and 11 classifications that did not. The system achieved an accuracy of 77.55% and an error rate of 22.45%. These results indicate that the device can be used as a prototype to assist apple tomato ripeness classification based on color characteristics under controlled testing conditions.

Keywords: *Apple Tomato, HSV, Mamdani Fuzzy, ESP32-CAM, ripeness classification*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KEMATANGAN BUAH TOMAT APEL MENGGUNAKAN METODE *FUZZY MAMDANI* DENGAN EKSTRAKSI WARNA HSV”. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada pembawa Cahaya-Nya, Nabi Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabatnya dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, ucapan terima kasih penulis tunjukkan kepada yang terhormat.

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan saudara tercinta yang telah memberikan doa dan restu serta dukungan yang sangat besar selama menyusun Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Arsia Rini, S.Kom., M.Kom., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak M. Agus Triawan, M.T., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, serta koreksi dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini sehingga laporan ini dapat disusun dengan lebih baik.
6. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama masa perkuliahan.

7. Sahabat penulis yang selalu memberikan semangat, motivasi dan energi positif serta bersedia menemani penulis selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini hingga selesai.
8. Orang terdekat penulis yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan saat menyusun Laporan Tugas Akhir, yaitu M. Alamsyah, Dwi Suci, Dea Septi Wulandari, Theresia Agape Matondang, dan Widya Nurazizah.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis yang membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir. Penulis mengucapkan banyak terima kasih

Akhir kata penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, karena kesempurnaan hanya milik Tuhan Yang Maha Esa. Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun sebagai bahan perbaikan pada masa mendatang.

Penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya mahasiswa/i Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, 2026



Alfarisi Isham

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Buah Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i>)	8
2.3 Pengolahan Citra Digital	9
2.4 Ruang Warna	9
2.4.1 HSV (<i>Hue, Saturation, Value</i>).....	9
2.5 Logika Fuzzy	10
2.5.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	11
2.5.2 Fungsi Keanggotaan.....	11
2.5.2.1 Representasi Linear	11
2.5.2.2 Representasi Kurva Segitiga.....	12
2.5.2.3 Representasi Kurva Trapesium.....	13
2.5.3 <i>Fuzzy Mamdani</i>	14
2.6 Mikrokontroler Secara Umum.....	14
2.6.1 ESP32 DevKit V1	16

2.6.2	ESP32-CAM	16
2.7	Liquid Crystal Display (LCD) I2C	17
2.8	Buzzer.....	18
2.9	Modul <i>Stepdown-Down</i> LM2596	18
2.10	Kapasitor Elektrolit	19
2.11	Polyfuse	20
BAB III RANCANG BANGUN		21
3.1	Pengumpulan Kebutuhan (<i>Requirement Gathering</i>)	21
3.1.1	Identifikasi Kebutuhan Sistem	21
3.1.2	Spesifikasi Perangkat yang Digunakan	21
3.2	Blok Diagram	23
3.3	Perancangan.....	24
3.3.1	Pembuatan Rangkaian Komponen	24
3.3.2	Sketsa Tata Letak Komponen.....	25
3.3.3	Sketsa Perancangan Alat	27
3.3.4	Rancangan Pengembangan Alat	28
3.3.5	Perancangan <i>Software</i>	29
3.4	Perancangan Sistem Deteksi Kematangan Tomat	30
3.4.1	Perancangan Pengolahan Citra HSV.....	30
3.4.2	Akuisisi Citra	31
3.4.3	Penentuan Area ROI.....	31
3.4.4	Ekstraksi Nilai RGB Rata-Rata.....	32
3.4.5	Transformasi RGB ke HSV.....	33
3.4.6	Pengiriman Data HSV ke ESP32 Devkit V1.....	36
3.5	Perancangan Logika <i>Fuzzy Mamdani</i>	36
3.5.1	<i>Input Hue, Saturation, Value</i> , dan <i>Output</i> Kematangan.....	37
3.5.2	Fuzzifikasi	39
3.5.3	Fungsi Keanggotaan <i>Hue</i>	40
3.5.4	Fungsi Keanggotaan <i>Saturation</i>	43
3.5.5	Fungsi Keanggotaan <i>Value</i>	45
3.5.6	Fungsi Keanggotaan <i>Output</i> Kematangan.....	47
3.5.7	Contoh Perhitungan Fuzzifikasi	49
3.5.8	Basis Aturan (<i>Rule base</i>).....	52
3.5.9	Inferensi Metode Minimum	54
3.5.10	Agregasi.....	55
3.5.11	Defuzzifikasi	57

3.5.12	Pemetaan Nilai Kematangan.....	58
3.5.13	Hasil Akhir Contoh Perhitungan <i>Fuzzy Mamdani</i>	59
3.6	Pengujian Sistem	61
3.6.1	Pengujian Komponen.....	62
3.6.2	Pengujian Pengambilan Citra dan HSV	62
3.6.3	Pengujian <i>Fuzzy Mamdani</i>	63
3.6.4	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		65
4.1	Hasil.....	65
4.1.1	Hasil Perancangan Alat	65
4.1.2	Hasil Pengujian Komponen.....	67
4.1.3	Hasil Pengambilan Citra dan Ekstraksi Nilai RGB-HSV	68
4.1.4	Hasil Pengujian Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	70
4.1.5	Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	74
4.2	Pembahasan	77
4.2.1	Pembahasan Hasil Perancangan Alat dan Pengujian Komponen	77
4.2.2	Pembahasan Hasil Ekstraksi Nilai HSV.....	78
4.2.3	Pembahasan Hasil Pengujian Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	78
4.2.4	Pembahasan Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		80
5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....		82
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Buah Tomat (<i>Solanum Lycopersicum</i>).....	8
Gambar 2. 2 Model Warna RGB	9
Gambar 2. 3 Model Ruang Warna HSV	10
Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Linear	12
Gambar 2.5 Fungsi Keanggotaan Segitiga	13
Gambar 2.6 Fungsi Keanggotaan Trapesium	13
Gambar 2. 7 Struktur Mikrokontroler.....	15
Gambar 2. 8 ESP32 DevKit V1	16
Gambar 2.9 ESP32-CAM	17
Gambar 2.10 LCD I2C 16x2	17
Gambar 2.11 Buzzer	18
Gambar 2. 12 <i>Step-down</i> LM2596	19
Gambar 2. 13 Kapasitor Elektrolit.....	19
Gambar 2. 14 Polyfuse	20
Gambar 3.1 Blok Diagram.....	23
Gambar 3. 2 Skematik Rangkaian Alat	26
Gambar 3. 3 Visualisasi Rangkaian Alat	27
Gambar 3. 4 Sketsa Rancangan Alat	27
Gambar 3. 5 Flowchart	29
Gambar 3. 6 Grafik Fungsi Keanggotaan <i>Hue</i>	41
Gambar 3. 7 Grafik Fungsi Keanggotaan <i>Saturation</i>	44
Gambar 3. 8 Grafik Fungsi Keanggotaan <i>Value</i>	46
Gambar 3. 9 Grafik Fungsi Keanggotaan <i>Output</i> Kematangan.....	47
Gambar 4.1 Tampilan Keseluruhan Alat Deteksi Kematangan Tomat	66
Gambar 4.2 Ruang Akuisisi dan Posisi Sampel Tomat	66
Gambar 4.3 Tampilan Hasil Deteksi pada LCD I2C	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3.1 Perangkat Keras	22
Tabel 3.2 Perangkat Lunak	22
Tabel 3. 3 Variabel Fuzzy <i>Input Hue</i>	38
Tabel 3. 4 Variabel Fuzzy <i>Input Saturation</i>	38
Tabel 3. 5 Variabel Fuzzy <i>Input Value</i>	39
Tabel 3. 6 Variabel Fuzzy <i>Output</i> Kematangan	39
Tabel 3. 7 Hasil Contoh Perhitungan Fuzzifikasi	52
Tabel 3. 8 <i>Rule base</i> Sistem Fuzzy Mamdani	53
Tabel 3. 9 Hasil Inferensi Metode Minimum	55
Tabel 3. 10 Hasil Agregasi <i>Output</i> Fuzzy	56
Tabel 3. 11 Pemetaan Nilai Kematangan dan Acuan Visual.....	58
Tabel 3. 12 Hasil Akhir Contoh Perhitungan Defuzzifikasi	61
Tabel 3. 13 Rancangan Pengujian Komponen	62
Tabel 3. 14 Rancangan Pengujian Nilai HSV	63
Tabel 3. 15 Rancangan Pengujian Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	63
Tabel 3. 16 Rancangan Pengujian Keseluruhan Sistem	64