



**Perancangan Alat Deteksi Kematangan Buah Alpukat Mentega
Berbasis ESP32 Menggunakan Sensor TCS3200 dan Sensor MQ135
dengan Monitoring Google Spreadsheet**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh:

Hanifan Arya Genio
40040622650012

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

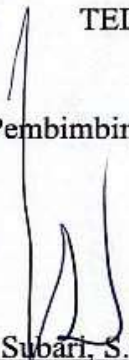
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Perancangan Alat Deteksi Kematangan Buah Alpukat Mentega Berbasis ESP32
Menggunakan Sensor TCS3200 dan Sensor MQ135 dengan
Monitoring Google Spreadsheet

Diajukan oleh : Hanifan Arya Genio
NIM : 40040622650012

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH

Dosen Pembimbing,


Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

Tanggal. 30 September 2026

Mengetahui

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro


Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

Tanggal. 30 September 2026

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Perancangan Alat Deteksi Kematangan Buah Alpukat Mentega Berbasis ESP32
Menggunakan Sensor TCS3200 dan Sensor MQ135 dengan
Monitoring Google Spreadsheet

Diajukan oleh : Hanifan Arya Genio
NIM : 40040622650012

Telah dipertahankan di depan dewan penguji pada:

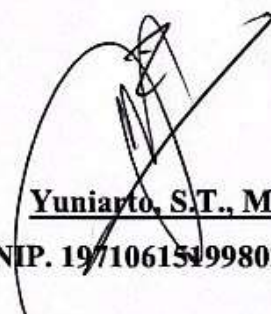
Hari : Rabu

Tanggal : 30 September 2026

Ketua Penguji

Penguji I

Penguji II



Yuniarto, S.T., M.T.

NIP. 197106151998021001



Fakhruddin M, S.T., M.T.

NIP. 198908202019031012



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri
Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hanifan Arya Genio
NIM : 40040622650012
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Alat Deteksi Kematangan Buah Alpukat
Mentega Berbasis ESP32 Menggunakan Sensor
TCS3200 dan Sensor MQ135 dengan Monitoring
Google Spreadsheet

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul tugas akhir ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk mendapatkan gelar keahlian di sebuah perguruan tinggi. Sejauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang saya rujuk secara tertulis dalam naskah ini dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia mendapat sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI. No.17 Tahun 2010 dan Undang-Undang yang berlaku.

Semarang, 30 September 2026

Yang membuat Pernyataan



Hanifan Arya Genio

NIM. 40040622650012

HALAMAN PERSEMBAHAN

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah melalui berbagai proses, tantangan, serta memperoleh banyak pengalaman yang berharga. Keberhasilan dalam menyelesaikan karya ini tidak terlepas dari doa, dukungan, motivasi, dan bantuan dari berbagai pihak yang senantiasa hadir dalam setiap langkah penulis. Oleh karena itu, dengan penuh rasa serta kerendahan hati, penulis mempersembahkan kepada:

1. Allah SWT dengan segala puji dan syukur kupanjatkan kepada-Mu yang telah memberikan kehidupan, kesehatan, kekuatan, dan kesempatan untuk menyelesaikan karya ini. Tanpa rahmat dan ridho-Mu, perjalanan ini tidak akan sampai pada titik ini. Semoga setiap ilmu dan pengalaman yang didapat menjadi berkah bagi diri ini dan orang-orang di sekitar.
2. Kedua orang tua beserta keluarga lainnya yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama penulis melaksanakan perkuliahan.
3. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro dan sebagai pembimbing laporan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen dan staff Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Informasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Saudari dengan NIM 40020622650172 yang selalu menemani saya dan memberikan semangat untuk bangkit terhadap penyelesaian masalah dalam tugas akhir ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Angkatan 2022 yang telah memberikan dukungan selama penyusunan tugas akhir.
7. Diri Sendiri, terima kasih karena tidak menyerah, meskipun keadaan tidak selalu mendukung. Terima kasih karena tetap melangkah, walaupun perlahan.

Setiap langkah kecil yang diambil merupakan bagian dari pencapaian yang patut dihargai. Semoga pencapaian ini menjadi pengingat bahwa setiap perjuangan sekecil apa pun akan selalu membuahkan hasil ketika dijalani dengan kesabaran, doa, dan keyakinan.

8. Seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan dan saran yang telah diberikan sehingga tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik.

ABSTRAK

Proses penentuan tingkat kematangan buah alpukat mentega umumnya masih dilakukan secara manual berdasarkan perubahan warna kulit dan aroma buah sehingga hasil penilaian dapat bersifat subjektif dan kurang konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan alat deteksi kematangan buah alpukat mentega berbasis ESP32 dengan memanfaatkan sensor TCS3200 untuk mendeteksi karakteristik warna kulit buah dan sensor MQ135 untuk mendeteksi perubahan gas yang dihasilkan selama proses pematangan. Data hasil pembacaan kedua sensor diolah oleh ESP32 menggunakan metode *rule based system* untuk menentukan kategori tingkat kematangan buah berdasarkan parameter yang telah ditetapkan. Hasil deteksi kemudian ditampilkan pada perangkat keluaran serta dikirimkan secara berkala ke Google Spreadsheet sebagai media monitoring dan pencatatan data. Sistem dirancang untuk membantu proses identifikasi kematangan buah secara lebih objektif, terukur, dan terdokumentasi. Dengan adanya integrasi sensor, mikrokontroler ESP32, metode pengambilan keputusan berbasis aturan, serta monitoring berbasis Google Spreadsheet, alat yang dirancang diharapkan dapat meningkatkan kemudahan dan efisiensi dalam proses deteksi tingkat kematangan buah alpukat mentega.

Kata kunci: Alpukat Mentega, ESP32, TCS3200, MQ135, Rule Based System, Google Spreadsheet.

ABSTRACT

The determination of the ripeness level of butter avocado is generally conducted manually based on changes in the fruit skin color and aroma which may result in subjective and inconsistent assessments. This study aims to design and develop an ESP32-based butter avocado ripeness detection device utilizing the TCS3200 sensor to detect the color characteristics of the fruit skin and the MQ135 sensor to detect changes in gases produced during the ripening process. The data obtained from both sensors are processed by the ESP32 using a rule-based system to determine the ripeness category based on predetermined parameters. The detection results are then displayed through the output device and periodically transmitted to Google Spreadsheet as a monitoring and data-recording medium. The proposed system is designed to support a more objective, measurable, and well documented process for identifying the ripeness level of butter avocado. Through the integration of sensors, the ESP32 microcontroller, a rule-based decision making method, and Google Spreadsheet-based monitoring, the developed device is expected to improve the convenience and efficiency of the butter avocado ripeness detection process.

Keywords: *Butter Avocado, ESP32, TCS3200, MQ135, Rule-Based System, Google Spreadsheet.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul “PERANCANGAN ALAT DETEKSI KEMATANGAN BUAH ALPUKAT MENTEGA OTOMATIS BERBASIS ESP32 MENGGUNAKAN SENSOR TCS3200 DAN SENSOR MQ135 DENGAN MONITORING GOOGLE SPREADSHEET” tanpa ada suatu halangan yang berarti. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penyusun banyak memperoleh petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya terutama kepada:

1. Allah SWT dengan segala puji dan syukur kupanjatkan kepada-Mu yang telah memberikan kehidupan, kesehatan, kekuatan, dan kesempatan untuk menyelesaikan karya ini. Tanpa rahmat dan ridho-Mu, perjalanan ini tidak akan sampai pada titik ini. Semoga setiap ilmu dan pengalaman yang didapat menjadi berkah bagi diri ini dan orang-orang di sekitar.
2. Kedua orang tua beserta keluarga lainnya yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama penulis melaksanakan perkuliahan.
3. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro dan sebagai pembimbing laporan Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen dan staff Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Informasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Saudari dengan NIM 40020622650172 yang selalu menemani saya dan memberikan semangat untuk bangkit terhadap penyelesaian masalah dalam tugas akhir ini.

7. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Angkatan 2022 yang telah memberikan dukungan selama penyusunan tugas akhir.
8. Seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan dan saran yang telah diberikan sehingga tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik.

Semarang, 30 September 2026



Hanifan Arya Genio

NIM.40040622650012

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir	4
1.4 Manfaat Tugas Akhir	5
1.5 Pembatasan Masalah	5
1.6 Sistematika Tugas Akhir.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Alpukat Mentega (<i>Persea americana</i>)	10
2.2.2 Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah.....	11
2.2.3 Mikrokontroler ESP32 DEVKIT V1	17
2.2.4 Sensor TCS3200.....	19
2.2.5 Sensor MQ135.....	21
2.2.6 Power Supply Switching 5V 2A	23
2.2.7 Modul LCD I2C 16x2	25
2.2.8 Arduino IDE.....	27
2.2.9 Google Spreadsheet sebagai Media Monitoring	28
2.2.10 Rule-Based System (Sistem Berbasis Aturan)	29

BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR.....	31
3.1 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	31
3.2 Diagram Blok	33
3.3 Desain 3D Alat	35
3.4 Wiring Diagram.....	38
3.5 Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	40
3.6 Prinsip Kerja Sistem.....	41
3.7 Flowchart.....	43
3.8 Penentuan Parameter Klasifikasi Sensor Warna dan Sensor Gas.....	45
BAB IV PEMBUATAN ALAT	49
4.1 Pembuatan Prototipe	49
4.2 Alat dan Bahan	50
4.3 Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	52
4.3.1 Perancangan Mekanik	53
4.3.2 Perancangan Elektrik.....	55
4.4 Perancangan PCB.....	56
4.5 Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	58
4.5.1 Inisialisasi Sistem.....	58
4.5.2 Konfigurasi Sensor TCS3200.....	59
4.5.3 Konfigurasi Sensor MQ135	61
4.5.4 Konfigurasi Rule-Based System	62
4.5.5 Konfigurasi LCD.....	64
4.5.6 Konfigurasi <i>Start</i> dan Reset	66
4.5.7 Monitoring dan Pengiriman Data ke Google Spreadsheet	67
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS ALAT	70
5.1 Pengujian Alat dan Analisis Alat.....	70
5.1.1 Pengujian dan Analisis Sensor Warna TCS3200 dan Sensor Gas MQ135	70
5.1.2 Pengujian dan Analisis Monitoring pada Google Spreadsheet	82
5.1.3 Pengujian dan Analisis Keseluruhan Sistem	84
BAB VI PENUTUP	88
6.1 Kesimpulan.....	88

6.2	Saran.....	89
	DAFTAR PUSTAKA.....	xvi
	LAMPIRAN.....	xx

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32 DEVKIT V1 [17].....	18
Tabel 2. 2 Pin Pemilihan Penskalaan Frekuensi [18]	20
Tabel 2. 3 Pemilihan Jenis Fotodioda [18]	20
Tabel 2. 4 Pinouts MQ135 [19]	22
Tabel 2. 5 Spesifikasi Modul LCD I2C [23]	26
Tabel 3. 1 Data Pembacaan Sensor Sampel Alpukat Mentah.....	45
Tabel 3. 2 Data Pembacaan Sensor Sampel Alpukat Mengkal.....	46
Tabel 3. 3 Data Pembacaan Sensor Sampel Alpukat Matang.....	46
Tabel 3. 4 Data Pembacaan Sensor Sampel Alpukat Busuk.....	47
Tabel 3. 5 Hasil Parameter Acuan dalam Menentukan Kondisi Mentah hingga Busuk	47
Tabel 4. 1 Bahan Pembuatan Tugas Akhir.....	50
Tabel 4. 2 Alat Pembuatan Tugas Akhir	52
Tabel 5. 1 Hasil Pengukuran Warna Merah, Hijau, dan Gas	70
Tabel 5. 2 Penentuan Waktu Sensor TCS3200 Berdasarkan Jurnal	75
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alpukat Mentega [11]	10
Gambar 2. 2 ESP32 DEVKIT V1	17
Gambar 2. 3 Sensor TCS3200	19
Gambar 2. 4 Sensor MQ135	21
Gambar 2. 5 Power Supply Switching 5V 2A	24
Gambar 2. 6 Modul LCD I2C	25
Gambar 2. 7 Arduino IDE	27
Gambar 2. 8 Google Spreadsheet	28
Gambar 3. 1 Diagram Blok	33
Gambar 3. 2 Desain Keseluruhan Alat Deteksi Kematangan	35
Gambar 3. 3 Desain Tampak Atas Alat Deteksi Kematangan	36
Gambar 3. 4 Desain Tampak Depan Alat Deteksi Kematangan	37
Gambar 3. 5 Desain Peletakkan Sensor Warna TCS3200 dan Sensor Gas MQ135	38
Gambar 3. 6 Wiring Diagram	38
Gambar 3. 7 Flowchart Sistem Keseluruhan	43
Gambar 4. 1 Kontruksi Alat Deteksi	53
Gambar 4. 2 Konstruksi Alat Deteksi	54
Gambar 4. 3 Penempatan Komponen	55
Gambar 4. 4 Desain PCB	57
Gambar 4. 5 Inisialisasi Sistem	58
Gambar 4. 6 Konfigurasi TCS3200	60
Gambar 4. 7 Konfigurasi MQ135	61
Gambar 4. 8 Konfigurasi Rule-Based System	63
Gambar 4. 9 Konfigurasi LCD	65
Gambar 4. 10 Konfigurasi Start dan Reset	66
Gambar 4. 11 Konfigurasi Monitoring dan Pengiriman Data ke Google Spreadsheet	68
Gambar 5. 1 Hasil Pengujian Monitoring pada Google Spreadsheet	82