

**RANCANG BANGUN FERMENTATION CHAMBER
BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK MONITORING
DAN ESTIMASI KEMATANGAN TAPAI SINGKONG**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Pada Program Studi DIII Jurusan Teknik Komputer Politeknik
Negeri Sriwijaya**

**Oleh :
AL-MAN RAFFLI SAPUTRA
062330701436**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

**Rancang Bangun Fermentation Chamber Berbasis
Mikrokontroler Untuk Monitoring Dan Estimasi Kematangan
Tapai Singkong**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Oleh :
AL-MAN RAFFLI SAPUTRA
062330701436**

Palembang, ²⁹Juli 2016

**Disetujui oleh,
Pembimbing I**


Dr. M. Miftakul Amin, S.kom., M.Eng.
NIP. 198809222020122014

Pembimbing II


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

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Komputer**


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

LEMBAR PENGUJI

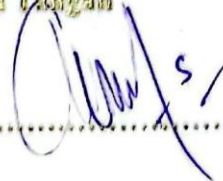
Rancang Bangun Fermentation Chamber Berbasis
Mikrokontroler Untuk Monitoring Dan Estimasi Kematangan
Tapai Singkong

Telah Diuji dan dipertahankan di depan
dewan penguji Sidang Laporan Tugas Akhir pada tanggal 23 hari
Selasa bulan Juni 2026

Ketua Dewan penguji

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

Tanda Tangan



Anggota Dewan penguji

Isnainy Azra, M.Kom
NIP. 197310012002122007



Arif Prambayun, M.Kom
NIP. 198903032022031004



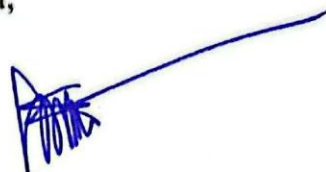
M. Agus Triawan, M.T.
NIP. 199008122022031004



Palembang, Tanggal 23 Bulan Juni 2026

Mengetahui, Ketua

Jurusan,



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



Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa,

Nama Mahasiswa : Al-man Raffli Saputra
NIM : 062330701436
Kelas : 6CC
Jurusan/Program Studi : Teknik Komputer/ D-III Teknik Komputer
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN FERMENTATION
CHAMBER BERBASIS
MIKROKONTROLER UNTUK
MONITORING DAN ESTIMASI TINGKAT
KEMATANGAN TAPAI SINGKONG

Dengan ini menyatakan:

1. Laporan Akhir yang saya buat dengan judul sebagaimana tersebut di atas beserta isinya merupakan hasil penelitian saya sendiri.
2. Laporan Akhir tersebut bukan plagiat atau menyalin dokumen skripsi milik orang lain.
3. Apabila Laporan Akhir 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, 8 Agustus 2026

Penulis



Al-man Raffli Saputra
NPM. 062330701436

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan."
(QS. Al-Insyirah: 6)

"Dan katakanlah, 'Bekerjalah kamu, maka Allah akan melihat pekerjaanmu, begitu pula Rasul-Nya dan orang-orang mukmin.'"
(QS. At-Taubah: 105)

"I have not failed. I've just found 10,000 ways that won't work."
— *Thomas Alva Edison*

"Success is not final, failure is not fatal: it is the courage to continue that counts."
— *Winston Churchill*

"The important thing is not to stop questioning. Curiosity has its own reason for existing."
— *Albert Einstein*

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan kemudahan yang telah diberikan, karya ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, pengorbanan, serta semangat tanpa henti dalam setiap langkah kehidupan saya.
2. Dosen pembimbing dan seluruh dosen yang telah membimbing, memberikan ilmu, arahan, serta pengalaman berharga selama proses perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
3. Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah memberikan bantuan, semangat, serta kebersamaan yang tak terlupakan.
4. Almamater tercinta, yang telah menjadi tempat saya belajar, bertumbuh, dan mengembangkan diri.
5. Dan untuk diri saya sendiri, terima kasih telah bertahan, terus berusaha, dan tidak menyerah hingga mampu menyelesaikan perjalanan ini.

ABSTRAK

Rancang Bangun Fermentation Chamber Berbasis Mikrokontroler Untuk Monitoring Dan Estimasi Kematangan Tapai Singkong

(AL-MAN RAFFLI SAPUTRA 2026 : xiii+106 hlm., 25 gambar, 49 tabel)

Perkembangan teknologi mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT) telah mendorong inovasi dalam sistem monitoring di berbagai bidang, termasuk pada proses fermentasi pangan tradisional seperti tapai singkong. Proses fermentasi tapai yang masih dilakukan secara konvensional dengan mengandalkan pengamatan aroma, rasa, dan tekstur menyebabkan ketidakpastian dalam menentukan tingkat kematangan serta menghasilkan kualitas yang tidak selalu konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring fermentasi tapai singkong berbasis mikrokontroler dengan memanfaatkan parameter suhu, kelembapan, dan Estimasi Kadar Etanol sebagai indikator tingkat kematangan. Metode yang digunakan meliputi perancangan dan implementasi perangkat keras, integrasi sensor suhu, kelembapan, dan sensor alkohol (MQ-3), serta pengembangan sistem monitoring berbasis IoT untuk menampilkan data secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau kondisi fermentasi secara kontinu dengan pembacaan suhu dan kelembapan yang stabil serta mendeteksi peningkatan Estimasi Kadar Etanol selama proses fermentasi. Data yang diperoleh menunjukkan adanya hubungan antara kenaikan Estimasi Kadar Etanol dan waktu fermentasi, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam melakukan estimasi tingkat kematangan tapai secara lebih objektif. Sistem yang dirancang mampu meningkatkan akurasi monitoring serta membantu pengguna dalam menentukan waktu kematangan secara lebih konsisten dibandingkan metode konvensional.

Kata kunci : fermentasi tapai, mikrokontroler, sensor alkohol, suhu dan kelembapan, *Internet of Things* (IOT).

ABSTRACT
Design and Development of a Microcontroller-Based Fermentation Chamber for Monitoring and Ripeness Estimation of Cassava Tapai

(AL-MAN RAFFLI SAPUTRA 2026 : xiii+106 pages., 25 figures, 49 tables)

The advancement of microcontroller technology and the Internet of Things (IoT) has driven innovation in monitoring systems across various fields, including traditional food fermentation processes such as cassava tapai. Conventional fermentation processes still rely on subjective observations of aroma, taste, and texture, leading to uncertainty in determining ripeness levels and resulting in inconsistent product quality. This study aims to design and develop a microcontroller-based monitoring system for cassava tapai fermentation by utilizing temperature, humidity, and alcohol levels as indicators of fermentation maturity. The method includes hardware design and implementation, integration of temperature, humidity, and alcohol sensors (MQ-3), and development of an IoT-based monitoring system to display data in real-time. The results show that the system is capable of continuously monitoring fermentation conditions, with stable temperature and humidity readings and the ability to detect increasing alcohol levels during the fermentation process. The obtained data indicate a correlation between alcohol level and fermentation time, which can be used as a basis for estimating the ripeness level of cassava tapai more objectively. The proposed system improves monitoring accuracy and assists users in determining optimal fermentation time more consistently compared to conventional methods.

Keywords : *cassava fermentation, microcontroller, alcohol sensor, temperature and humidity, Internet of Things (IOT).*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir, serta membuat laporan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN FERMENTATION CHAMBER BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK MONITORING DAN ESTIMASI KEMATANGAN TAPAI SINGKONG”** dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu sesuai yang telah ditentukan. Shalawat dan salam pun penulis hanturkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tujuan dari penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai persyaratan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya. Sebagian besar isi laporan ini disusun berdasarkan penelitian, observasi, serta referensi dari beberapa literatur yang mendukung.

Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan laporan ini, antara lain yaitu:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas berkah dan karunia-Nya lah penulis bisa menyelesaikan laporan.
2. Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa telah memberi doa dan dukungan, kasih sayang, memberikan pengorbanan moral dan materil, dan seluruh keluarga besar yang selalu mendoakan dan mendukung untuk kesuksesan penulis.
3. Bapak Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Bapak Dr. M. Miftakul Amin, S.kom., M.Eng dan Ibu Arsia Rini, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing I dan II Laporan Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan bimbingan, bantuan dan

arahan kepada saya dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.

5. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Staff administrasi Jurusan Teknik Komputer yang telah memberikan kemudahan dalam administrasi sehingga kami dapat menjalankan Kerja Praktik dengan Lancar.
7. M. Arif, Rafael dan teman-teman almamater yang telah memberikan bantuan motivasi dan dukungan yang begitu besar dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan menyempurnakan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat menambah ilmu pengetahuan khususnya bagi mahasiswa dan semua pihak yang membutuhkan. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Palembang, 29 Maret 2026

Al-man Raffli Saputra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGUJI.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Tapai Singkong	9
2.3 Indikator Suhu pada Fermentasi Tapai.....	10
2.4 Indikator Kelembapan pada Fermentasi Tapai.....	10
2.5 Indikator Estimasi Kadar Etanol pada Fermentasi Tapai.....	11
2.6 Algoritma Fuzzy Mamdani	12

2.7	<i>Fermentation Chamber</i>	13
2.8	Mikrokontroller Esp32	13
2.9	Sensor	15
2.9.1	Fungsi Sensor	16
2.9.2	Jenis Sensor	17
2.6.2.1	Sensor Alkohol MQ-3	17
2.6.2.2	Sensor Suhu dan Kelembapan DHT 22	19
2.10	<i>Real Time Clock</i> DS3231m	21
2.11	<i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	21
2.12	PTC Heater Air12V	22
2.13	Modul Relay	23
2.14	Estimasi dan Analisis Tren Kadar Etanol	24
2.15	Arduino IDE	25
2.16	Flowchart Sistem	26
2.17	Catu Daya 5 Volt	29
BAB III RANCANG BANGUN.....		31
3.1	Tujuan Perancangan	31
3.2	Blok Diagram	31
3.3	Spesifikasi Sistem	33
3.3.1	Spesifikasi Hardware	33
3.3.2	Spesifikasi Software	33
3.3.3	Daftar Komponen	34
3.4	Perancangan Sistem	34
3.4.1	Cara Kerja Sistem	34
3.4.2	Pemodelan Estimasi Kadar Etanol Berbasis Sensor Mq-3	35
3.4.3	Algoritma <i>Moving Average</i>	41

3.4.4	Algoritma Fuzzy Logic	42
3.4.5	Membership Fuciton	42
3.4.6	Rule Base.....	47
3.4.7	Inferensi Fuzzy	48
3.4.8	Defuzzifikasi	49
3.4.9	Flowchart Sistem.....	51
3.4.10	Diagram Wiring.....	53
3.5	Metode Pengujian.....	56
3.5.1	Objek Pengujian	56
3.5.2	Tempat Pengujian.....	57
3.6	Teknik Pengumpulan Data	57
3.6.1	Observasi.....	58
3.6.2	Studi Pustaka	58
3.6.3	Wawancara	58
3.6.4	Dokumentasi.....	59
3.7	Perancangan Pengukuran	59
3.8	Tahap Pengujian.....	61
3.8.1	Pengujian Sensivitas Sensor.....	61
3.8.2	Pengujian Aktuator (Heater dan Fan).....	62
3.8.3	Pengujian Sistem Fermentasi	62
3.9	Rancangan Tabel Hasil Pengujian.....	63
3.9.1	Rancangan Tabel Hasil Pengujian Sistem Kerja Alat.....	63
3.9.2	Rancangan Tabel Hasil Pengujian RTC.....	64
3.9.3	Rancangan Tabel Hasil Pengujian Sistem Fermentasi.....	65
3.9.4	Rancangan Tabel Hasil Pengujian Sensor.....	66
3.9.5	Rancangan Tabel Hasil Pengujian Aktuator	66

3.9.6	Rancangan Tabel Hasil Pengujian Monitoring	67
3.9.7	Rancangan Tabel Hasil Monitoring, Konversi Kadar Alkohol, dan Estimasi Kematangan Berbasis Fuzzy Mamdani	67
3.9.8	Rancangan Tabel Hasil Pengujian Validasi Algoritma Fuzzy Logic	69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		71
4.1	Hasil.....	71
4.2	Hasil Pengukuran Tegangan	73
4.3	Pengujian Fungsional Sistem.....	75
4.3.1	Pengujian Sensor DHT22.....	75
4.3.2	Pengujian Modul RTC	76
4.3.3	Pengujian Sensor MQ3.....	77
4.3.4	Pengujian Sistem Kendali Suhu	78
4.3.5	Pengujian Monitoring dan Estimasi Kematangan Tapai.....	79
4.3.6	Hasil Estimasi Kadar Etanol	81
4.3.7	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	82
4.4	Pembahasan.....	83
4.4.1	Analisis Kinerja Fermentation Chamber dalam Pengendalian Lingkungan	83
4.4.2	Perbandingan Kualitas Sensorik Tapai Hasil Chamber dan Konvensional	84
4.4.3	Analisis Tren Perubahan Nilai Sensor Gas Alkohol (MQ-3).....	86
4.4.4	Implementasi Keputusan Tingkat Kematangan Multi-Input Fuzzy Mamdani	88
4.3.5	Analisis Anomali Sensor dan Keunggulan Logika Fuzzy	91

4.3.6	Perhitungan Manual Algoritma Fuzzy	92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		102
5.1	Kesimpulan.....	102
5.2	Saran	103
DAFTAR PUSTAKA.....		104
LAMPIRAN		107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tapai Sinkong	9
Gambar 2. 2 ESP32.....	15
Gambar 2. 3 Sensor Alkohol MQ-3	18
Gambar 2. 4 Sensor DHT 22.....	20
Gambar 2. 5 LCD.....	22
Gambar 2. 6 PTC Heater.....	23
Gambar 2. 7 Relay Modul.....	24
Gambar 2. 8 Aplikasi Arduiono IDE	26
Gambar 2. 9 Adaptor Catu Daya.....	30
Gambar 3. 1 Blok Diagram.....	31
Gambar 3. 2 Grafik Keanggotaan Variabel Suhu	43
Gambar 3. 3 Grafik Keanggotaan Variabel AFI (Alcohol Fermentation Index)....	44
Gambar 3. 4 Grafik Keanggotaan Variabel Lama Fermentasi (Jam)	45
Gambar 3. 5 Flowchart Sistem.....	51
Gambar 3. 6 Skematik Perancangan Alat	53
Gambar 3. 7 Skematik Rangkaian Alat.....	56
Gambar 3. 8 Singkong	57
Gambar 4. 1 fermentation chamber.....	71
Gambar 4. 2 Tampilan LCD	72
Gambar 4. 3 Tampilan Dashboard Blynk	72
Gambar 4. 4 Hasil Fermentasi Tapai Menggunakan Chamber.....	72
Gambar 4. 5 Tapai Konveksional (kiri) Tapai Hasil Chamber (Kanan).....	85
Gambar 4. 6 Grafik MQ3 Rata-rata terhadap waktu.....	87
Gambar 4. 7 Grafik Tren Kenaikan AFI dan IKF Terhadap Waktu Fermentasi – Batch 1	91
Gambar 4. 8 Grafik Tren Kenaikan AFI dan IKF Terhadap Waktu Fermentasi – Batch 2	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang	7
Tabel 2. 2 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32	14
Tabel 2. 3 Simbol-Simbol Flowchart.....	27
Tabel 3. 1 Spesifikasi Hardware.....	33
Tabel 3. 2 Spesifikasi Software	33
Tabel 3. 3 Daftar Komponen	34
Tabel 3. 4 Parameter Model Estimasi.....	37
Tabel 3. 5 Referensi Kadar Etanol Penelitian Terdahulu	38
Tabel 3. 6 Hasil Pengukuran ADC Sensor MQ-3 per Titik Waktu Fermentasi	41
Tabel 3. 7 Variabel Output IKF	47
Tabel 3. 8 Rule Base	47
Tabel 3. 9 Tabel Pengukuran Tegangan LM2596	60
Tabel 3. 10 Tabel Pengukuran Tegangan RTC.....	60
Tabel 3. 11 Tabel Pengukuran Tegangan ESP32	61
Tabel 3. 12 Tabel Pengukuran Tegangan Fan dan Heater	61
Tabel 3. 13 Pengujian Sensivitas Sensor	62
Tabel 3. 14 Tabel Pengujian Aktuator	62
Tabel 3. 15 Pengujian Sistem Kerja Alat.....	63
Tabel 3. 16 Hasil Pengujian Sistem Alat	64
Tabel 3. 17 Rancangan Tabel Hasil Pengujian RTC	64
Tabel 3. 18 Hasil Pengujian Sistem Fermentasi	65
Tabel 3. 19 Hasil pengujian sensor.....	66
Tabel 3. 20 Tabel Pengujian Aktuator	66
Tabel 3. 21 Rancangan Hasil Analisis Validasi Total dan Persentase Kesalahan Komputasi Fuzzy MISO (Multi Input Single Output)	68
Tabel 3. 22 Rancangan Pengujian Validasi Algoritma Fuzzy	69
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Tegangan ESP-32.....	73
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Tegangan Sensor DHT22	73
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Tegangan Sensor MQ-3	74

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Tegangan RTC	74
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Tegangan Relay.....	74
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Tegangan PTC Heater	74
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Tegangan Power Supply	75
Tabel 4. 8 Pengujian Sensor DHT22	75
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian RTC DS3231	76
Tabel 4. 10 Pengujian Sensor MQ3	77
Tabel 4. 11 Pengujian Sistem Kendali Suhu Chamber.....	78
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Monitoring Fermentasi Tapai Batch 1	79
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Monitoring Fermentasi Tapai Batch 2	80
Tabel 4. 14 Hasil Estimasi Kadar Etanol Batch 1.....	81
Tabel 4. 15 Hasil Estimasi Kadar Etanol Batch 2.....	81
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....	82
Tabel 4. 17 Waktu Pengambilan Data	84
Tabel 4. 18 Ringkasan Monitoring Fermentasi Chamber.....	84
Tabel 4. 19 Hasil Pengamatan Perbandingan Chamber dan Konveksional.....	85
Tabel 4. 20 Tren Perubahan Nilai MQ3	86
Tabel 4. 21 Perkembangan Fermentasi.....	87
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Komputasi Logika Fuzzy Mamdani	88
Tabel 4. 23 Perhitungan Sampel Riemann untuk Defuzzifikasi Centroid.....	98
Tabel 4. 24 Hasil Persentase Kesalahan Komputasi Fuzzy	100