

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING MASSA DAN SUSUT
BOBOT, KONTROL KELEMBABAN PADA ALAT PENGERING CABAI
(*CHILI DEHYDRATOR*) BERBASIS ESP32**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Oleh:

Putri Dwi Saldra
40040322650018

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2026

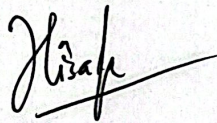
HALAMAN PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING MASSA DAN SUSUT
BOBOT, KONTROL KELEMBABAN PADA ALAT PENGERING CABAI
(CHILLI DEHYDRATOR) BERBASIS ESP32

Diajukan oleh:
Putri Dwi Saldra
40040322650018

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH

Dosen Pembimbing

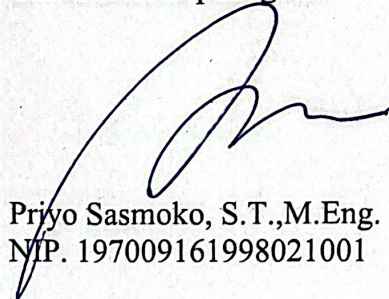
Semarang, 29 September 2026



Dr. Lisa'Yihaa Roodhiyah, S.Si., M.Si.
NPPU H. 7 199210062022042001

Mengetahui,
Ketua
Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Semarang, 29 September 2026



Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.
NIP. 197009161998021001

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING MASSA DAN SUSUT
BOBOT, KONTROL KELEMBABAN PADA ALAT PENGERING CABAI
(CHILLI DEHYDRATOR) BERBASIS ESP32

Diajukan oleh:

Putri Dwi Saldra

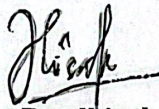
40040322650018

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji

Selasa, 29 September 2026

Tim Penguji.

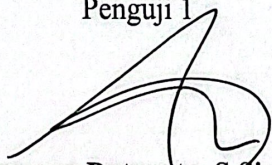
Dosen Pembimbing



Dr. Lisa'Yihaa Roodhiyah, S.Si., M.Si.

NPPU H. 7.199210062022042001

Penguji 1

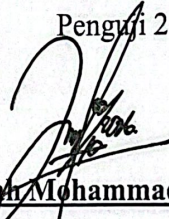


Ari Bawono Putranto, S.Si., M.Si.

NIP. ~~199505292024061001~~

1995012520170310076

Penguji 2



Luthfansyah Mohammad, S.Tr.T., M.T.

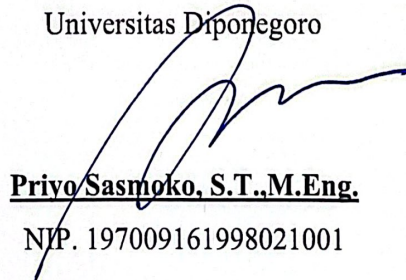
NPPU.H.7. 199609132022041001

Mengetahui

Ketua Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.

NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

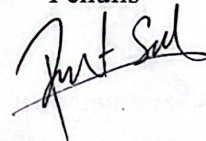
Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Putri Dwi Saldra
NIM : 40040322650018
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Massa dan
Susut Bobot, Kontrol Kelembaban pada Alat Pengering
Cabai (*Chilli Dehydrator*) Berbasis ESP32

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 29 September 2026

Penulis



Putri Dwi Saldra

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Massa dan Susut Bobot, Kontrol Kelembaban pada Alat Pengering Cabai (*Chilli Dehydrator*) Berbasis ESP32”. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik terapan (S.Tr.T.) dari Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Tersusunya laporan Tugas Akhir ini tentu tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kesehatan, dan kelancaran bagi penulis dalam setiap langkah penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu dan Ayah selaku orang tua tercinta, yang tiada henti memberikan dukungan, motivasi, support yang sangat berharga bagi penulis.
3. Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi.
4. Dr. Lisa'Yihaa Roodhiyah, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan bantuan dengan sabar dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Annisa Ida Nafafridiani sebagai teman yang selalu memberik dukung selama Tugas Akhir ini.
6. Dayang Nur Salina sebagai teman yang selalu menjadi tempat keluh kesah selama Tugas Akhir ini.
7. Alfia Octaviani Sabira sebagai teman yang senantiasa selalu menemani penyelesaian Tugas Akhir ini di Semarang.
8. Rekan Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi Angkatan 2022 serta semua pihak yang terlibat memberikan bantuan, informasi, dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Ambaru yang telah menjadi saksi penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih kurang sempurna dan banyak kekurangan. Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca serta perkembangan ilmu pengetahuan.

Semarang, 29 September 2026

Penulis

Putri Dwi Saldra

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL.....	x
INTISARI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan Laporan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Proses Pengeringan Cabai	9
2.3 Alat Pengering (<i>Dehydrator</i>).....	10
2.4 Penyusutan Massa (<i>Mass Loss</i>).....	11
2.5 Sensor Massa (<i>Load Cell</i>)	14
2.6 Metode Perhitungan Error	18
2.7 Modul HX711.....	20
2.8 Sensor Kelembaban Udara (DHT22)	22
2.9 Metode kendali on-off	23
2.10 Mikrokontroler (ESP32).....	24
2.11 <i>Power Supply</i>	27
2.12 <i>Fan DC</i>	29

2.13	Modul Driver Motor L298N.....	30
BAB III METODELOGI PENELITIAN		33
3.1	Diagram Blok dan Flowchart	33
3.1.1	Sistem Keseluruhan.....	33
3.1.2	Sistem Monitoring dan Kontrol <i>Exhaust Fan</i>	36
2.2	Desain 3D	39
2.3	Spesifikasi dan Fitur Alat	40
2.3.1	Spesifikasi Fisik dan Mekanik	40
2.3.2	Spesifikasi Elektronik	41
2.3.3	Fitur Sistem	42
2.4	Teknik Fabrikasi	42
2.4.1	Alat dan Bahan	43
2.4.2	Perancangan Mekanikal	44
2.4.3	Perancangan Elektrikal.....	46
2.4.4	Perancangan PCB.....	48
2.4.5	Perancangan Mode Operasi.....	51
2.5	Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Massa.....	53
2.5.1	Konfigurasi Load Cell.....	54
2.5.2	Pembacaan HX711 dan Tare.....	54
2.5.3	Kalibrasi <i>Load Cell</i>	55
2.5.4	Pengolahan Data Massa	56
2.5.5	Implementasi <i>Simple Moving Average</i>	56
2.6	Perancangan dan Implementasi Sistem Kontrol Kelembapan.....	57
2.6.1	Pembacaan Kelembaban Menggunakan DHT22	57
2.6.2	Implementasi Kontrol <i>Hysteresis</i>	58
2.6.3	Penentuan Batas Kendali Berdasarkan Fenomena Embun	58
3.6.5	Penentuan Kontrol <i>On-Off Exhaust Fan</i>	59
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA		61
4.1	Pengujian Kinerja Sistem Monitoring Massa.....	61
4.1.1	Pengujian Akurasi Pembacaan <i>Load Cell</i>	61
4.1.2	Pengujian <i>Simple Moving Average</i>	66
4.2	Pengujian Sistem Monitoring Susut Bobot secara <i>Real-Time</i>	68

4.2.1	Pengujian Monitoring Perubahan Massa dan Susut Bobot terhadap Waktu	69
4.3	Pengujian Kendali Kelembapan <i>On-Off Hysteresis</i>	71
4.3.1	Pengujian Logika On-Off Hysteresis	72
4.3.2	Respons Exhaust Fan terhadap Perubahan Kelembapan selama Pengeringan	74
4.3.3	Evaluasi <i>Switching Exhaust Fan</i>	76
BAB V PENUTUP		79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN		86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor Load Cell [18]	17
Gambar 2.2 Modul HX711 [20]	21
Gambar 2.3 Sensor DHT22 [23].....	22
Gambar 2.4 Board ESP32 [26]	25
Gambar 2.5 Power Supply 12 Volt [32]	28
Gambar 2.6 Fan DC [35]	29
Gambar 2.7 Modul Driver Motor L298N [37]	31
Gambar 3.1 Diagram pembagian daya pada keseluruhan Sistem.....	33
Gambar 3.2 Flowchart Sistem Keseluruhan	36
Gambar 3.3 Diagram Sistem Timbangan dan Kontrol exhaust fan.....	37
Gambar 3.4 Flowchart Sistem monitoring massa dan kontrol exhaust fan	38
Gambar 3.5 Desain 3D Alat Chilli Dehydrator	39
Gambar 3.6 Komponen dan Bagian Penyusun Alat Chilli Dehydrator.....	40
Gambar 3.7 Rangka Kabinet pada Tahap Fabrikasi	44
Gambar 3.8 Konstruksi Tray dan Dudukan Load Cell	44
Gambar 3.9 Kabinet dengan Tray dan Pintu Terpasang.....	45
Gambar 3.10 Hasil Fabrikasi Kabinet Pengering Cabai	45
Gambar 3.11 Penempatan Load Cell pada rangka	45
Gambar 3.12 Wiring Diagram Sistem	47
Gambar 3.13 Realisasi Pemasangan Komponen Elektrikal Alat Pengering	48
Gambar 3. 14 Skematik Rangkaian PCB Alat Pengering Cabai	49
Gambar 3.15 Desain Tata Letak Komponen dan Jalur PCB	49
Gambar 3.16 Pemasangan Modul dan Terminal pada PCB	50
Gambar 3. 17 Penerapan PCB pada Alat Pengering Cabai	51
Gambar 3.18 Flowchart Mode Operasi Otomatis.....	52
Gambar 3.19 Kondisi saat pengering terjadi pengembunan	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Load Cell.....	17
Tabel 2.2 Spesifikasi Modul HX711	22
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor DHT22 [24].....	23
Tabel 2.4 Spesifikasi ESP32 Dev-Kit V1 Module [27]	26
Tabel 2.5 Spesifikasi Power Supply [33]	29
Tabel 2.6 Spesifikasi Fan DC [35]	30
Tabel 2.7 Spesifikasi Modul Driver Motor L298N [37]	32
Tabel 3.1 Komponen Penyusun Monitoring Massa, Susut Bobot dan Kontrol ...	43
Tabel 3.2 Konfigurasi Pin ESP32.....	47
Tabel 3.3 Ketentuan Pemilihan Setpoint Suhu pada Mode Otomatis	52
Tabel 3.4 Hasil Kalibrasi Load Cell dengan least square calibration.....	55
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pembacaan Massa terhadap Timbangan referensi	62
Tabel 4.2 Hasil Analisis Kinerja Pembacaan Massa	63
Tabel 4.3 Perbandingan Data Raw dan Hasil SMA 10 Sampel	66
Tabel 4.4 Hasil monitoring massa 100 Gram dan Susut Bobot secara Real Time	69
Tabel 4.5 Hasil pengujian logika kontrol On-Off Hysteresis.....	72
Tabel 4.6 Respons Exhaust Fan selama pengeringan.....	74
Tabel 4.7 Hasil evaluasi switching exhaust fan.....	77

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

Singkatan	Definisi
AC	<i>Alternating Current</i> (Arus Bolak-balik)
ADC	<i>Analog-to-Digital Converter</i>
DAC	<i>Digital-to-Analog Converter</i>
DC	<i>Direct Current</i> (Arus Searah)
DHT22	Sensor suhu dan kelembaban digital
DT	<i>Data Output</i> (pin data modul HX711)
ESP32	Mikrokontroler <i>System-on-Chip</i> Wi-Fi/Bluetooth (Espressif Systems)
FS	<i>Full Scale</i>
GPIO	<i>General Purpose Input Output</i>
HMI	<i>Human Machine Interface</i>
HX711	Modul ADC 24-bit untuk sensor <i>load cell</i>
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>
IC	<i>Integrated Circuit</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
LC	<i>Load Cell</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
LM2596	Modul <i>step-down</i> (<i>buck converter</i>) DC-DC
MAE	<i>Mean Absolute Error</i>
MAX31855	Modul konversi sinyal <i>thermocouple</i> tipe-K ke digital
MCB	<i>Miniature Circuit Breaker</i>
ON/OFF	Kondisi aktif/nonaktif aktuator (<i>exhaust fan, heater</i>)
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>

Singkatan	Definisi
PID	<i>Proportional-Integral-Derivative</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
RH	<i>Relative Humidity</i> (Kelembaban Relatif)
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i>
RTC	<i>Real Time Clock</i>
RX	<i>Receiver</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SCK	<i>Serial Clock</i>
SMA	<i>Simple Moving Average</i>
SMPS	<i>Switched Mode Power Supply</i>
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>
TX	<i>Transmitter</i>
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver-Transmitter</i>
VAC	<i>Voltage Alternating Current</i> (Tegangan AC)
VDC	<i>Voltage Direct Current</i> (Tegangan DC)

Simbol	Definisi	Satuan
m	Massa bahan/beban	g / kg
$\Delta m(t)$	Massa yang berkurang pada waktu t	g
m_o	Massa awal bahan sebelum pengeringan	gram
m_t	Massa aktual bahan pada waktu t	gram
m_{awal}	Massa awal bahan	gram

Simbol	Definisi	Satuan
m_akhir	Massa akhir bahan setelah pengeringan	gram
m_aktual	Massa aktual bahan (susut bobot <i>real-time</i>)	gram
m_total	Massa total (jumlah 4 <i>load cell</i>)	gram
Susut Bobot	Persentase penyusutan massa bahan	%
t	Waktu	s
e_SB	Selisih (<i>error</i>) susut bobot	%
AE_SB	<i>Absolute error</i> susut bobot	%
SB_Off	Nilai susut bobot aktual saat <i>heater</i> berhenti	%
SB_set	Nilai <i>set point</i> susut bobot	%
a	Koefisien/ <i>slope</i> skala kalibrasi (pada $m = aR + b$)	—
b	Offset/ <i>intercept</i> kalibrasi (pada $m = aR + b$)	—
R	Nilai pembacaan sensor pada persamaan kalibrasi	—
RAW	Nilai pembacaan mentah sensor <i>load cell</i>	—
ΔRAW_i	Perubahan nilai <i>raw</i> akibat beban pada <i>load cell</i> ke-i	—
RAW_current,i	Nilai <i>raw</i> saat pembacaan aktif <i>load cell</i> ke-i	—
RAW_tare,i	Nilai <i>raw</i> saat proses <i>tare load cell</i> ke-i	—
CAL_SC,i	Faktor skala kalibrasi <i>load cell</i> ke-i	—
CAL_OF	Faktor <i>offset</i> kalibrasi	—
W _i	Massa hasil pembacaan <i>load cell</i> ke-i	gram
W_gross	Massa total kotor ($W_1+W_2+W_3+W_4$)	gram
W_SMA(k)	Rata-rata bergerak (SMA) dari W_gross pada sampel ke-k	gram
W_final(k)	Nilai akhir massa hasil filter SMA	gram
W aktual	Massa/berat aktual (acuan)	gram

Simbol	Definisi	Satuan
W sensor	Massa/berat hasil pembacaan sensor	gram
n	Jumlah data pengujian	—
MAE	Rata-rata kesalahan absolut pengukuran	—
RMSE	Akar rata-rata kuadrat kesalahan pengukuran	—
s	Standar deviasi hasil pengukuran	—
$\bar{m}$	Rata-rata massa hasil pengukuran	gram
N	Jumlah sampel dalam <i>window</i> SMA	—
k	Indeks sampel saat ini (filter SMA)	—
j	Indeks penjumlahan pada filter SMA	—
$m_f[k]$	Massa hasil filter (SMA) pada sampel ke-k	gram
RH	Kelembaban relatif udara	%RH
RH_On	Batas aktivasi (ambang atas) <i>exhaust fan</i>	%RH
RH_Off	Batas deaktivasi (ambang bawah) <i>exhaust fan</i>	%RH
H	Rentang histeresis kelembaban ($H = RH_On - RH_Off$)	%RH
v_RH	Laju perubahan kelembaban terhadap waktu	%RH/menit
Δt	Selang/perubahan waktu	s / menit
$m_{LC,i}$	Massa hasil pembacaan <i>load cell</i> pada data ke-i	gram
$m_{ref,i}$	Massa referensi pada data ke-i	gram
m_i	Massa hasil pengukuran pada data ke-i	gram
$m[k - j]$	Data massa pada indeks ke-(k-j) yang digunakan dalam perhitungan SMA	gram
$m_f[k]$	Massa hasil filter SMA pada sampel ke-k	gram

INTISARI

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING MASSA DAN SUSUT BOBOT, KONTROL KELEMBABAN PADA ALAT PENGERING CABAI (*CHILI DEHYDRATOR*) BERBASIS ESP32

Putri Dwi Saldra

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring massa, persentase susut bobot, serta kontrol kelembapan pada alat pengering cabai (*chilli dehydrator*) berbasis ESP32. Sistem monitoring massa menggunakan empat *load cell* yang masing-masing terhubung dengan modul HX711. Data massa dijumlahkan dan diproses menggunakan *Simple Moving Average* (SMA) 10 sampel untuk mengurangi fluktuasi pembacaan, kemudian digunakan untuk menghitung persentase susut bobot secara *real-time*. Pada mode otomatis, nilai susut bobot 87,2% digunakan sebagai *set point* penghentian pemanasan. Kontrol kelembapan menggunakan sensor DHT22 dan *exhaust fan* dengan metode ON-OFF *hysteresis*. Berdasarkan pengujian awal pada massa 1000 gram dan suhu 70°C, kondensasi mulai teramati pada 20% RH sehingga nilai tersebut digunakan sebagai batas atas, sedangkan batas bawah ditetapkan 16% RH sehingga diperoleh *hysteresis* sebesar 4% RH. Hasil pengujian massa pada rentang 100–1000 gram menunjukkan akurasi rata-rata 99,78%, MAE 1,152 gram, dan RMSE 1,419 gram. Pada akhir pengeringan, susut bobot mencapai 87,5121% sehingga *heater* berubah menjadi OFF. Pengujian kontrol kelembapan menunjukkan 9 dari 10 kondisi sesuai dengan logika yang dirancang dan mampu mengurangi *switching fan* akibat fluktuasi kecil kelembapan.

Kata kunci: *chilli dehydrator*, ESP32, *load cell*, susut bobot, ON-OFF *hysteresis*, kelembapan

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MASS AND WEIGHT LOSS MONITORING SYSTEM AND HUMIDITY CONTROL FOR AN ESP32- BASED CHILLI DEHYDRATOR

Putri Dwi Saldra

Automation Engineering Technology, Vocational School, Diponegoro University

This study designs and implements a mass monitoring, weight loss percentage monitoring, and humidity control system for an ESP32-based chilli dehydrator. The mass monitoring system employs four load cells, each connected to an HX711 module. The measured mass data are summed and processed using a 10-sample Simple Moving Average (SMA) to reduce measurement fluctuations, and are subsequently used to calculate the weight loss percentage in real time. In automatic mode, a weight loss value of 87.2% is used as the set point for terminating the heating process. Humidity control is performed using a DHT22 sensor and an exhaust fan with an ON-OFF hysteresis control method. Based on preliminary testing using an initial mass of 1000 grams at a temperature of 70°C, condensation began to occur at 20% RH, which was therefore selected as the upper threshold, while the lower threshold was set at 16% RH, resulting in a hysteresis range of 4% RH. Mass measurement tests over a range of 100–1000 grams showed an average accuracy of 99.78%, with an MAE of 1.152 grams and an RMSE of 1.419 grams. At the end of the drying process, the weight loss reached 87.5121%, causing the heater to switch to the OFF state. Humidity control testing showed that 9 out of 10 test conditions were consistent with the designed control logic, while the hysteresis mechanism effectively reduced unnecessary fan switching caused by minor humidity fluctuations.

Keywords: chilli dehydrator, ESP32, load cell, weight loss, ON-OFF hysteresis, humidity.