

**PERANCANGAN KONTROL DAN MONITORING SUHU DAN
KELEMBABAN PADA RUANGAN PROSES FERMENTASI TEH HITAM
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Disusun oleh:

MUHAMMAD DAFA MAULANA

NPM : 2110017111015



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

PADANG

2026

LEMBARAN PENGESAHAN
PERANCANGAN KONTROL DAN MONITORING SUHU DAN
KELEMBABAN PADA RUANGAN PROSES FERMENTASI TEH HITAM
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

SKRIPSI

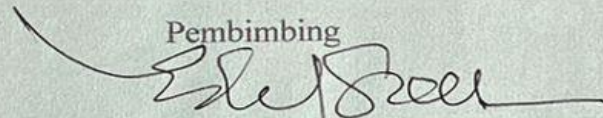
*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memenuhi
dan Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1)
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Disusun Oleh:

Muhammad Dafa Maulana
2110017111015

Disetujui Oleh:

Pembimbing



Ir. Eddy Soesilo, M.Eng.
NIDN: 920000288

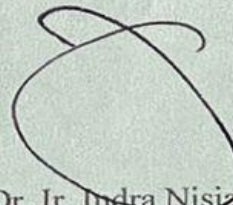
Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta



Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T.

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Universitas Bung Hatta



Dr. Ir. Indra Nisja, MS.c.

LEMBARAN PENGUJI

PERANCANGAN KONTROL DAN MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN PADA RUANGAN PROSES FERMENTASI TEH HITAM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

SKRIPSI

Disusun Oleh:

Muhammad Dafa Maulana

2110017111015

Dipertahankan di depan penguji skripsi

Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro

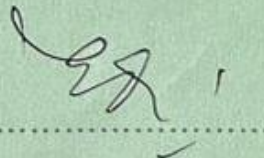
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta

Hari / Tanggal: Kamis / 05 Maret 2025

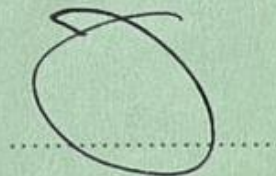
No Nama

Tanda Tangan

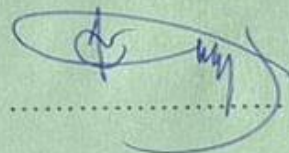
1. Ir. Eddy Soesilo, M.Eng.
(Ketua dan Penguji)



2. Dr. Ir Indra Nisja, M.Sc.
(Penguji)



3. Ir. Arnita, MT.
(Penguji)



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini dengan judul ***“PERANCANGAN KONTROL DAN MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN PADA RUANGAN PROSES FERMENTASI TEH HITAM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)”***. Shalawat beserta salam semoga selalu tercurah kepada nabi Muhammad SAW, beserta segenap keluarga dan sahabatnya serta para pengikutnya yang telah membawa kita dari zaman/kehidupan jahiliyah kepada kehidupan yang beradab dan berilmu pengetahuan seperti sekarang ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar sarjana (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Dalam menyusun dan menyelesaikan penulisan Skripsi ini, penulis tidak terlepas dari bimbingan dan arahan dari berbagai pihak, maka dari itu, dengan segala hormat, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Bapak Ir. Eddy Soesilo, M.Eng. (Pembimbing)

Selain dari itu dalam penyusunan dan penulisan proposal ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, arahan, serta motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan semua keluarga yang telah mendidik, membesarkan, juga selalu memberikan support/dukungan do'a dan semangat demi keselamatan, kesehatan dan kesuksesan anaknya dalam meraih setiap harapan dan cita-cita
2. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
3. Bapak Dr. Ir. Indra Nisja, M.sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta

4. Bapak Ir. Cahayahati, MT. selaku Dosen Penasehat Akademik
5. Seluruh Dosen-Dosen Jurusan Teknik Elektro dan juga para Pegawai-Pegawai Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta yang telah memberikan dukungan, masukan, arahan dan Ilmunya selama berkuliah di Teknik Elektro Universitas Bung Hatta
6. Seluruh rekan-rekan Teknik Elektro 2021 (Lightning Arrester 21) yang telah membantu kebersamai dan memberi semangat serta motivasi dalam menyelesaikan Skripsi ini

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih terdapat beberapa kekurangan, maka dari itu penulis sangat mengharapkan sumbangan kritikan maupun sarannya demi kesempurnaan Skripsi ini. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi penulis sendiri dan bagi pembaca.

Atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak sehingga tersusunnya Skripsi ini, Penulis mendoakan semoga amal yang telah diberikan kepada kita semua mendapat balasan dari Allah SWT, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Padang, Februari 2026

Muhammad Dafa Maulana

ABSTRAK

Teh merupakan daun tumbuhan yang diolah menjadi minuman. Untuk menjaga kualitas teh sangat diperlukan proses fermentasi, teh sangat bergantung pada pengaturan suhu dan kelembaban untuk menghasilkan kualitas teh yang optimal. Penelitian ini dirancang dan dibangun sistem kontrol dan monitoring suhu serta kelembaban pada ruangan fermentasi teh hitam berbasis Internet Of Things (IoT). Sistem ini menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban, dengan aktuator berupa humidifier, heater, dan exhaust fan yang dikendalikan melalui relay. Hasil Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga suhu stabil pada rentang 26-28 °C dan kelembaban antara 70-80 %RH, sesuai kebutuhan fermentasi teh hitam. Pada pengujian fermentasi selama 2 hari, berat sampel mengalami penurunan rata-rata 1.33 gram per hari, dengan total penurunan 2.22 gram (dari 200g menjadi 197.8g). Perbandingan sensor DHT22 dengan alat ukur referensi HTC menunjukkan tingkat kesalahan relatif kecil, pada suhu 0.02 °C dan 0.8% untuk kelembaban yang masih dalam batas toleransi akurasi sensor. Selain itu, pengujian respon pada aktuator membuktikan bahwa humidifier, heater, dan kipas dapat menyala otomatis sesuai dengan nilai setpoint program. Implementasi sistem ini terbukti efektif dalam menjaga kestabilan kondisi fermentasi dan meningkatkan konsistensi mutu teh hitam.

Kata kunci : *Internet of Things(IoT), Teh, Fermentasi, Kontrol Suhu dan Kelembaban, ESP 32.*

ABSTRACT

Tea is a plant leaf that is processed into a beverage. To maintain the quality of tea, the fermentation process is very necessary, tea is highly dependent on temperature and humidity settings to produce optimal tea quality. This study designed and built a temperature and humidity control and monitoring system in a black tea fermentation room based on the Internet of Things (IoT). This system uses a DHT22 sensor to detect temperature and humidity, with actuators in the form of a humidifier, heater, and exhaust fan controlled via a relay. Test results show that the system is able to maintain a stable temperature in the range of 26-28 °C and humidity between 70-80 %RH, according to the needs of black tea fermentation. In the fermentation test for 2 days, the sample weight decreased by an average of 1.33 grams per day, with a total decrease of 2.22 grams (from 200g to 197.8g). Comparison of the DHT22 sensor with the HTC reference measuring instrument showed a relatively small error rate, at 0.02 °C temperature and 0.8% for humidity which is still within the sensor accuracy tolerance limit. Furthermore, actuator response testing demonstrated that the humidifier, heater, and fan could automatically turn on according to the program's setpoints. Implementing this system proved effective in maintaining stable fermentation conditions and improving the consistency of black tea quality.

Keywords: *Internet of Things (IoT), Tea, Fermentation, Temperature and Humidity Control, ESP32.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I.....	I-1
PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumus Masalah.....	I-2
1.3 Batasan Masalah.	I-2
1.4 Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat penelitian.....	I-3
BAB II	II-4
TINJAUAN PUSTAKA	II-4
2.1 Tinjauan penelitian.....	II-4
2.2 Landasan Teori	II-11
2.2.1 Teh	II-11
2.2.2 Fermentasi Teh (<i>Oksidasi</i>).....	II-13
2.2.3 Monitoring	II-13
2.2.4 Kontrol	II-14
2.2.5 Sistem Kontrol Suhu	II-14
2.2.6 NodeMCU ESP32	II-15
2.2.7 DHT22	II-17
2.2.8 Sensor Berat (Load Cell).....	II-18
2.2.9 Relay 4 Channel	II-21
2.2.10 Humidifier	II-22
2.2.11 Exhaust Fan.....	II-24
2.2.12 Pemanas Ruangan	II-24
2.2.13 Liquid Crystal Display (LCD) 2 x 16	II-25

2.2.14	Power Supply	I-26
2.2.15	Software Blynk	II-27
BAB III.....		III-30
METODE PENELITIAN		III-30
3.1	Alat dan Bahan.....	III-30
3.1.1	Laptop	III-30
3.1.2	NodeMCU ESP32	III-31
3.1.3	Arduino IDE.....	III-32
3.1.4	Sensor DHT 22.....	III-32
3.1.5	Relay 4 Chanel (saluran).....	III-33
3.1.6	Sensor Berat (Load Cell).....	III-35
3.1.7	Humidifier	III-35
3.1.8	Fan.....	III-36
3.1.9	Pemanas Ruangan	III-37
3.1.10	LCD display I2C 2x16	III-37
3.1.11	Power Supply	III-38
3.1.12	Buzzer	III-38
3.1.13	Peralatan Pengujian	III-38
3.2	Alur Penelitian	III-39
3.2.1	Flowchart Sistem.....	III-39
3.2.2	Deskripsi Sistem Dan Analissis	III-40
3.3	Software Pendukung	III-43
3.4	Rangkaian Sistem Keseluruhan	III-45
3.5	Perancangan Kontruksi	III-46
3.6	Diskripsi sistem dan Analisis.....	III-47
BAB IV		IV-49
PENGUJIAN DAN PENELITIAN.....		IV-49
4.1	Deskripsi Penelitian	IV-49
4.2	Hasil Penelitian	IV-49
4.2.1.1	Pengujian Mikrokontroler	IV-49
4.2.1.2	Pengujian <i>Software</i>	IV-50
4.2.2.1	Pengujian power supplay	IV-51

4.2.2.2	Pengujian NodeMCU ESP32	V-53
4.2.2.3	Modul Relay 4 chanel	IV-54
4.2.2.4	Pengujian sensor dht 22	IV-57
4.2.2.5	Pengujian Load Cell.....	IV-57
BAB V	
KESIMPULAN DAN SARAN	V-72
5.1	Kesimpulan	V-72
5.2	Saran	V-72
DAFTAR PUSTAKA	V-74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pucuk daun Teh	I-12
Gambar 2.2 NodeMCU ESP32	II-15
Gambar 2.3 Sensor Dht22.	II-18
Gambar 2.4 Bentuk fisik sensor load cell	II-20
Gambar 2.5 Relay 4 channel	II-22
Gambar 2.6 Humidifier	II-23
Gambar 2.7 Exhaust fan	II-24
Gambar 2.8 Pemanas Ruangan.....	II-25
Gambar 2.9 Lcd display	II-26
Gambar 2.10 Power Supplay.....	II-27
Gambar 2.11 Software Blynk.....	II-28
Gambar 3. 1 Laptop.....	III-31
Gambar 3. 2 Rangkaian NodeMCU ESP32	III-32
Gambar 3. 3 Hubungan sensor DHT 22 dengan ESP32	III-33
Gambar 3. 4 Relay 4 chanel (saluran)	III-34
Gambar 3. 5 Load cell.....	III-35
Gambar 3. 6 Humidifier	III-35
Gambar 3. 7 Fan siklus udara masuk dan keluar	III-36
Gambar 3. 8 Pemanas ruangan.....	III-37
Gambar 3. 9 LCD display I2C 2x16	III-37
Gambar 3. 10 Power Supplay.....	III-38
Gambar 3. 11 Buzzer.....	III-38
Gambar 3. 12 Flowchart Penelitian.....	III-39
Gambar 3. 13 Blok diagram	III-41
Gambar 3. 14 Flowchart Penelitian.....	III-43
Gambar 3. 15 Tampilan sketch arduino ide	III-45
Gambar 3. 16 Rangkaian Sistem Keseluruhan.....	III-45
Gambar 3. 17 Tampilan Luar	III-47
Gambar 3. 18 Tampilan Dalam	III-48
Gambar 4. 1 Pengujian kinerja alat pada software arduino ide.....	IV-51
Gambar 4. 2 Pengujian pada power supply.....	IV-52

Gambar 4. 3 pengujian pada ESP32	V-53
Gambar 4. 4 Input modul Relay 4 chanel	IV-54
Gambar 4. 5 Output relay chanel 1	IV-54
Gambar 4. 6 Output relay chanel 2	IV-55
Gambar 4. 7 Output relay chanel 3	IV-55
Gambar 4. 8 Output relay chanel 4	IV-56
Gambar 4. 9 Pengujian sensor Dht 22.....	IV-57
Gambar 4. 10 Pengujian load cell	IV-57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop	I-30
Tabel 3.2 Spesifikasi NodeMCU ESP32	III-31
Tabel 4. 1 Tabel hasil pengujian serial monitor	IV-51
Tabel 4. 2 Hasil pengujian power suppl.....	IV-52
Tabel 4. 3 Pengujian ESP32.....	IV-53
Tabel 4. 4 Pengujian Rellay 4 chanel.....	IV-56
Tabel 4. 5 Pengujian tanpa kontrol dan objek Teh selama 30 menit	IV-59
Tabel 4. 6 Pengujian menggunakan kontrol dan objek daun teh 40 menit	IV-60
Tabel 4. 7 Pengujian menggunakan kontrol tanpa objek daun teh 80 menit	IV-62
Tabel 4. 8 Pengujian kontrol dan objek daun teh menggunakan sensor load cell Selama 2 hari.....	IV-69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teh (*Camellia sinensis* L.) di Indonesia merupakan tanaman yang digunakan secara turun menurun sebagai minuman memiliki banyak khasiat. Teh dikelompokkan menjadi tiga jenis berdasarkan proses pengolahannya yaitu teh hitam, teh olong atau hijau dan teh putih. Yang membedakan dari beberapa jenis tersebut yaitu adanya perlakuan oksidasi enzimatis. Oksidasi enzimatis bertujuan untuk mengubah polifenol menjadi senyawa yang membentuk karakteristik warna teh hitam kemudian menghasilkan senyawa tehaflavin dan thearubigin yang menentukan sifat air seduhan teh. (Muhammad rezky ramanda, 2021).

Menurut (Septian Bagas Dwi, Dkk 2024). Teh merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki beberapa manfaat yang baik untuk kesehatan. Manfaat mengkonsumsi teh yaitu dapat menjaga kesehatan mulut dan gigi, melindungi kesehatan jantung dan pencernaan, selain itu dapat berfungsi sebagai zat antioksidan. Salah satu senyawa utama yang terkandung dalam teh dan memiliki manfaat dalam bidang kesehatan yaitu flavonoid. Flavonoid merupakan senyawa hasil metabolit sekunder yang dapat ditemukan pada tanaman hijau dan makanan Indonesia menjadi salah satu produsen teh terbesar dunia dengan total produk mencapai 125 ribu ton pada 2016 yang berkontribusi sebesar 3% dari total produksi teh dunia.

Kualitas produk teh merupakan faktor utama untuk meningkatkan daya saing produk teh Indonesia. Mutu teh merupakan kumpulan sifat yang dimiliki oleh teh, baik fisik maupun kimia. Keduanya telah dimiliki sejak berupa pucuk teh maupun diperoleh sebagai akibat dari teknik penanganan maupun pengolahan yang dilakukan. Sebab itu, usaha pengendalian mutu teh telah dilakukan sejak teh ditanam, dipetik, diangkut ke pabrik, sehingga proses fermentasi (Asri yanita, dkk 2021). Pada proses fermentasi, thearubigin yang terbentuk akan mempengaruhi rasa teh. Enzim polifenol oksidase yang tinggi pada daun akan memberikan efek yang baik pada rasa teh dan akan berkorelasi positif dengan skor rasa pada teh tasting. Suhu dan waktu fermentasi merupakan faktor penentu utama dalam

menghasilkan teh yang baik. Kandungan thearubigin meningkat ketika suhu tinggi dan waktu fermentasi yang panjang, sehingga akan menghasilkan warna infus yang semakin gelap. Namun, pembentukan theaflavin yang akan mempengaruhi kecerahan warna infus teh lebih efisien terjadi pada suhu yang lebih rendah. Sehingga proses fermentasi teh pada suhu 20oC dengan waktu 80 menit menghasilkan warna infus teh yang paling baik dan sangat mendekati SNI (Samanta et al., 2015).

Dalam proses pengolahan teh, sangat diperlukan pengontrol suhu didalam ruangan fermentasi, dimana suhu merupakan derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dan pengukurannya dapat menggunakan thermometer. Satuan suhu yang biasa digunakan adalah derajat celcius (°C). Lamanya penyinaran matahari merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi suhu di udara. Hal tersebut berdampak langsung dengan adanya perubahan suhu di udara. Efek dari pemanasan global juga menyebabkan proses peningkatan suhu rata-rata atmosfer yang memberikan dampak perubahan iklim yang berbeda-beda (Dody hidayat, dkk 2021).

1.2 Rumus Masalah.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan dalam penelitian yaitu :

1. Bagaimana merancang bangun alat kontrol monitoring suhu kelembaban pada ruangan proses fermentasi teh, dengan peralatan berbasis Internet of Things (IoT), pada proses fermentasi teh.
2. Bagaimana membuat program setingan perangkat pendukung, sensor suhu dan kelembaban, lampu, humidifier, load cell dan lampu.
3. Bagaimana performa sistem dalam mengirimkan dan menampilkan data monitoring melalui aplikasi Blynk.

1.3 Batasan Masalah.

Agar tidak melebar dan menyimpang pembahasan pada tugas akhir ini, maka penulis memberikan batasan masalah agar yang dibahas dalam tugas ini jelas dan terarah.

Adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Sistem yang dirancang hanya membahas kontrol, monitoring suhu dan kelembaban pada ruangan fermentasi teh.
2. Tidak membahas kapasitas ruangan berdasarkan volume teh yang difermentasi.
3. Dalam penelitian ini tidak membahas proses fermentasi teh.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem kontrol suhu dan kelembaban pada ruangan fermentasi teh berbasis Internet of Things (IoT).
2. Mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembaban yang dapat diakses secara real-time melalui jaringan internet.
3. Menguji kinerja dan keakuratan sistem kontrol serta monitoring.

1.5 Manfaat penelitian

Adapun beberapa manfaat dari penulisan penelitian ini adalah:

1. Diharapkan sistem ini dapat menjadi solusi bagi industri / petani pengolahan teh, terutama pada proses fermentasi teh.
2. Meningkatkan efisiensi dan kestabilan kualitas hasil fermentasi teh.
3. Memberikan solusi sistem monitoring jarak jauh yang lebih modern dan efektif dalam proses fermentasi teh.

