

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan inovasi yang drastic di bidang teknologi menjadi pendorong industri pangan untuk terus berinovasi, hal inipun sejalan dengan program SDGs. Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) nomor 2 secara khusus menargetkan penghapusan kelaparan dan peningkatan ketahanan pangan. Namun, tantangannya kompleks. Perubahan iklim, konflik, dan ketidakstabilan ekonomi mengancam produksi pangan global. Seperti yang ditekankan oleh FAO, "Perubahan iklim telah dan akan terus menjadi penghambat utama dalam mencapai ketahanan pangan, terutama di negara-negara berkembang." (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019) Untuk mengatasi hal ini, diperlukan inovasi dalam pertanian, penggunaan sumber daya alam dengan prinsip berkelanjutan.

Di Indonesia tempe menjadi salah satu pangan khas tradisional yang kaya akan gizi dan tinggi kandungan protein. Tempe yang umum dikenal di masyarakat adalah tempe kedelai, tempe kedelai tidak hanya dikonsumsi oleh masyarakat kelas bawah saja akan tetapi masyarakat menengah ke atas juga mengkonsumsi tempe. Merujuk pada data resmi berdasarkan publikasi BPS Indonesia masyarakat Indonesia mempunyai kegemaran tersendiri untuk mengkonsumsi tempe, berikut data konsumsi tempe di Indonesia dari tahun 2020 sampai 2023.

Tabel 1. 1
Data konsumsi tempe perkapita di Indonesia dari tahun 2020 - 2023

Tahun	Minggu (gr)	Tahun (kg)
2020	0,140	3,643
2021	0,146	3,796
2022	0,140	3,656
2023	0,143	3,735

(Sumber : statistik konsumsi pangan tahun 2023)

Tempe, sebagai produk fermentasi khas Indonesia, sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang tepat selama proses pembuatannya. Fermentasi tempe memerlukan suhu optimal 30–35°C dengan tingkat kelembapan relatif 60–70%.

(Aisyah et al., 2023). Temperatur yang terlalu dingin dapat memperlambat perkembangan jamur, sedangkan temperatur yang terlalu panas berisiko menyebabkan kematian pada jamur. Begitu pula dengan kelembapan, kelembapan yang minim dapat menghambat pertumbuhan jamur, sementara kelebihan kadar air berpotensi memicu pertumbuhan bakteri pembusuk. Maka, mengatur suhu dan kelembapan yang optimal sangat krusial untuk menghasilkan tempe dengan mutu yang baik, baik dari segi rasa, tekstur, maupun kandungan nutrisinya.

Proses fermentasi tempe dimulai dari perendaman biji kedelai dengan waktu 12 hingga 24 jam hal ini dilakukan untuk melunakan biji kedelai dan agar mempermudah dalam proses pengupasan kulitnya. Setelah ini biji kedelai dicuci bersih, direbus, dan kemudian ditiriskan hingga mencapai suhu yang sesuai untuk penambahan ragi tempe (*Rhizopus oligosporus*). Setelah ditaburkan keledai di simpan di dalam rak selama 24 hingga 48 jam, sehingga nantinya jamur dapat tumbuh dan menyelimuti biji kedelai. Pada proses fermentasi ini akan menghasilkan enzim yang membantu memecah protein menjadi asam amino, hal ini berguna agar tempe menjadi lebih mudah dicerna oleh tubuh dan untuk

meningkatkan nilai gizinya, dengan aktivitas fermentasi menghasilkan peningkatan kadar protein pada tempe (Fujiana et al., 2021).

Umumnya para pengusaha tempe masih menerapkan cara fermentasi yang tradisional. Penggunaan metode fermentasi yang masih tradisional menyebabkan pertumbuhan jamur menjadi tidak merata (Suknia & Rahmani, 2020). Faktor penentu berhasilnya fermentasi tempe salah satunya adalah suhu dan kelembapan yang terjaga namun para pengusaha masih menggunakan cara tradisional, hal ini menyebabkan kontrol suhu dan kelembapan dalam proses fermentasi menjadi tidak optimal. Dalam hal ini diperlukan peran teknologi untuk menjaga suhu dan kelembapan tersebut agar tetap optimal, salah satu teknologi yang populer digunakan saat ini adalah *Internet of Things*.

Internet of Things atau lebih dikenal dengan *IoT* merupakan penghubung berbagai perangkat fisik, Dari mulai perangkat yang sederhana sensor sampai ke perangkat yang lebih kompleks yaitu mesin industri yang nantinya akan terhubung ke dalam jaringan internet.. Perangkat yang umum digunakan untuk melakukan pembacaan atau mendeteksi adalah perangkat sensor, perangkat sensor ini menjadi komponen kunci di dalam *IoT*, nantinya sensor akan mengirimkan data yang telah ia baca atau deteksi ke cloud atau jaringan internet lainnya. Seiring dengan perkembangan *IoT* saat ini *IoT* sudah dapat terintegrasi dengan Artificial Intelligence atau biasa disingkat dengan (AI), dalam beberapa tahun terakhir AI *Fuzzy Logic* atau kontrol *Fuzzy* sering diintegrasikan pada berbagai inovasi teknologi.

Kontrol *Fuzzy* merupakan implementasi dari cara berpikir manusia dengan menawarkan pendekatan yang lebih fleksibel dalam pengendaliannya dibandingkan

metode konvensional. Metode konvensional umumnya menggunakan model matematika yang presisi, logika *fuzzy* dapat menangani ketidakpastian dan informasi yang tidak lengkap dengan kata lain kontrol *fuzzy* lebih akurat dalam mengambil keputusan. Hal ini membuat kontrol *fuzzy* sangat cocok untuk mengendalikan sistem yang kompleks dan sulit dimodelkan secara matematis, seperti sistem biologis atau sosial. Sebagai contoh, kontrol *Fuzzy* telah sukses diterapkan pada sistem pendingin ruangan untuk mengatur suhu secara optimal, serta pada sistem kendali lalu lintas untuk mengurangi kemacetan. Selain itu, kontrol *fuzzy* juga memiliki kelebihan dalam hal kemampuan adaptasi dan toleransi terhadap gangguan. Dengan kemampuan dalam mengatasi ketidakpastian dan informasi yang tidak lengkap, menawarkan yang lebih stabil untuk sistem yang sering kali berubah – ubah. Hal ini sudah berbeda dengan metode konvensional yang sering melakukan penyetelan parameter rumit melalui penggunaan bahasa yang lebih alami, dalam hal ini perlu adanya edukasi dalam menyebar luaskan untuk integrasi kontrol *Fuzzy*, salah satu caranya adalah dalam bidang pendidikan (Arigo et al., 2024).

Di era perkembangan 4.0 ini telah membawa transformasi dalam bidang pendidikan, seperti *AI*, *big data*, dan *virtual* menjadi bagian dalam proses pembelajaran saat ini, dengan model pembelajaran yang dahulu yang berpusat pada guru dan buku kini perlahan mulai bergeser menjadi personal dan adaptif, Pendidikan tidak akan terlepas dari dunia teknologi, teknologi terus memungkinkan untuk perkembangan pembelajaran baru, salah satunya adalah penyampaian informasi dalam sebuah media. Media pembelajaran membantu para peserta didik untuk dapat berinteraksi dalam proses pembelajaran.

Pada hakikatnya media pembelajaran merupakan sarana komunikasi dari komunikator (guru atau dosen) kepada komunikan (siswa atau mahasiswa) (Sahib et al., 2023). Media pembelajaran terus dikembangkan dan terdapat salah satu bentuk media pembelajaran berbasis teknologi adalah media interaktif. Merujuk pada KBBI, media interaktif merupakan sarana yang memungkinkan interaksi dua arah antara pengguna dan sistem. Dalam konteks pendidikan tinggi, integrasi media interaktif menawarkan potensi besar untuk merevolusi proses pembelajaran. Dengan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk aktif berperan dalam proses belajar, media interaktif dapat meningkatkan pemahaman konsep, mendorong kreativitas, dan mempersiapkan lulusan yang memiliki kesiapan lebih dalam menghadapi dinamika dunia kerja.

Hal ini diperkuat oleh penelitian yang telah dilakukan oleh (Budi et.al., 2024) dengan judul “Pengembangan media pembelajaran *Smart Control System* Berbasis *IoT* yang Bersifat Adaptif Untuk Mengatur Suhu dan Kelembapan Tanah pada Mata Kuliah Sistem Kendali Cerdas”, penelitian ini dilakukan di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro dengan menggunakan ESP8266 sebagai pengendalinya, pada media pembelajaran ini dilengkapi dengan sensor SHT11 untuk pembacaan suhu dan kelembapan, terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh (Imanni et.al., 2024) dengan judul “Pengendalian Suhu dan Kelembapan di *GreenHouse* Berbasis *Smart Farming*” pada alat ini menggunakan ESP8266 sebagai mikrontrolernya dan alat ini fokus bertujuan untuk mengembangkan pertanian cerdas yang berkelanjutan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Sistem Kendali Cerdas terdapat beberapa kendala, media pembelajaran pengatur suhu dan

kelembapan telah dibuat sebelumnya masih menggunakan kontrol konvensional. Akibatnya, mahasiswa kesulitan untuk memahami konsep-konsep Sistem Kendali Cerdas secara mendalam, materi tentang kontrol *fuzzy* masih bersifat abstrak sehingga masih sulit untuk dipahami dan belum tersedianya media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan yang menggunakan kontrol *fuzzy*. Kondisi ini juga membatasi mahasiswa dalam melakukan kegiatan praktikum yang berhubungan dengan penerapan Sistem Kendali Cerdas dengan kontrol *fuzzy* didalam bidang industri. Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran berupa pengatur suhu dan kelembapan pada inkubator fermentasi tempe dengan kontrol *fuzzy* menjadi salah satu solusi potensial untuk membantu mahasiswa memahami konsep Sistem Kendali Cerdas secara praktis dan efektif melalui kegiatan praktikum.

Diharapkan, hasil pengembangan media ini dapat mempermudah pelaksanaan proses praktikum mahasiswa untuk meningkatkan semangat mahasiswa dalam mempelajari mata kuliah sistem kendali cerdas dengan materi kontrol *fuzzy*. diharapkan penggunaan media ini Mampu memperdalam penguasaan mahasiswa terhadap materi yang diajarkan dan juga mahasiswa dalam berinteraksi dengan media pembelajaran mulai dari mencoba, menganalisis, dan mengembangkan baik dari *hardware* maupun *software* nantinya.

Berdasarkan permasalahan di atas terkait kurang tersedianya media pembelajaran pada mata kuliah Sistem Kendali Cerdas maka perlu dilakukannya sebuah inovasi guna meningkatkan semangat belajar mahasiswa. Sehingga, pengukuran suhu dan kelembapan pada inkubator fermentasi tempe dengan kontrol *fuzzy* sangat diperlukan untuk mendukung proses pembelajaran dan hal ini juga sejalan dengan misi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro yang ke-3 yaitu

“Menyelenggarakan pengabdian kepada masyarakat bidang Pendidikan Teknik Elektro yang kompetitif, kolaboratif akomodatif dan inovatif untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat”.

Dengan adanya pengembangan media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan dengan kontrol *fuzzy* nantinya dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Hal ini mendorong peneliti untuk mengembangkan sebuah media pembelajaran Sistem Kendali Cerdas, yang didukung dengan penggunaan sensor DHT11 dalam memantau suhu dan kelembapan. pada inkubator fermentasi yang dibekali ESP8266 sebagai mikrokontroler dan kontrol *fuzzy* sebagai logika dalam pemograman, maka dari itu penulis akan melakukan penelitian terkait **“Pengembangan Media Pembelajaran Pengatur Suhu dan Kelembapan Inkubator Fermentasi Tempe dengan Kontrol *Fuzzy* Pada Mata Kuliah Sistem Kendali Cerdas”**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas terdapat berbagai permasalahan yang terjadi, sebagai berikut :

- 1) Materi pembelajaran tentang kontrol *fuzzy* masih bersifat abstrak yang menyebabkan mahasiswa kesulitan untuk memahami materi tersebut.
- 2) Media pembelajaran yang telah dibuat masih memiliki kelemahan karena penggunaan sistem kontrol konvensional, sehingga perlu dikembangkan dengan kontrol *fuzzy* untuk meningkatkan efektivitas dan akurasinya.
- 3) Sebagian mahasiswa belum maksimal dalam mengerti dan memahami materi yang disampaikan oleh dosen dalam proses pembelajaran kontrol *fuzzy*.

- 4) Belum ada media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan yang menggunakan kontrol *fuzzy*.

1.3 Batasan Masalah

Dari hasil identifikasi permasalahan di atas, peneliti menentukan fokus penelitian pada :

- 1) Materi pembelajaran tentang kontrol *fuzzy* masih bersifat abstrak yang menyebabkan mahasiswa kesulitan untuk memahami materi tersebut.
- 2) Beberapa siswa belum sepenuhnya memahami konsep-konsep yang diajarkan oleh instruktur dalam proses pembelajaran kontrol *fuzzy*.
- 3) Belum ada media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan yang menggunakan kontrol *fuzzy*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan permasalahan di atas, dapat di rumuskan masalah yaitu :

- 1) Bagaimanakah desain dan pembuatan media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan inkubator fermentasi tempe menggunakan kontrol *fuzzy*?
- 2) Apakah media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan inkubator fermentasi tempe dengan kontrol *fuzzy* layak digunakan pada mata kuliah Sistem Kendali Cerdas?
- 3) Bagaimanakah respon mahasiswa terhadap media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan pada inkubator fermentasi tempe menggunakan kontrol *fuzzy* di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro ?

1.5 Tujuan Penelitian

Sehubungan dengan masalah yang telah dijelaskan di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

yaitu :

- 1) Membuat media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan inkubator fermentasi tempe menggunakan kontrol *fuzzy*.
- 2) Untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan inkubator fermentasi tempe dengan kontrol *fuzzy* pada mata kuliah Sistem Kendali Cerdas.
- 3) Untuk mengevaluasi reaksi siswa terhadap media belajar pengatur suhu dan kelembapan pada inkubator fermentasi tempe menggunakan kontrol *fuzzy* di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan untuk penelitian media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan pada inkubator fermentasi tempe dengan kontrol *Fuzzy* ini yaitu :

- 1) Manfaat Teoretis

Keterlibatan media ini dalam proses pembelajaran dapat membantu dalam memberikan kemudahan dalam proses pembelajaran terkait tentang pengaturan suhu dan kelembapan dengan kontrol *fuzzy* dan juga Hasil pengembangan media ini dapat dijadikan referensi untuk inovasi media pembelajaran lainnya.

- 2) Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan berguna bagi.

1. Bagi Mahasiswa

Penggunaan media ini memungkinkan mahasiswa untuk lebih mudah dalam mendalami konsep secara lebih mendalam tentang pengaturan suhu dan kelembapan menggunakan kontrol *fuzzy* serta dapat mengaplikasikan dan mengembangkannya.

2. Bagi Dosen

Hasil penelitian media pembelajaran ini dapat membantu untuk mempermudah penyampaian bahan ajar kepada mahasiswa dan terciptanya pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif.

3. Bagi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Dengan mengaplikasikan trainer media pembelajaran ini, program studi dapat mendukung misinya menyelenggarakan penelitian di bidang Pendidikan Teknik Elektro yang kompetitif, kolaboratif, dan inovatif dalam pengembangan serta penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi.

1.7 Spesifikasi Produk yang Diharapkan

Berdasarkan tujuan dan manfaat penelitian di atas media pembelajaran yang dibuat akan berbentuk perangkat keras yang dirancang sederhana untuk mempermudah dalam proses pembelajaran, dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Media pembelajaran berbentuk perangkat keras dengan berisikan *qr code* di setiap komponennya agar mahasiswa dapat mempraktekan secara mandiri.
2. Media pembelajaran ini mengaplikasikan bentuk miniatur inkubator pada fermentasi tempe agar mahasiswa dapat mengetahui alat produksi di industri pembuatan tempe.

3. Media pembelajaran dilengkapi dengan buku panduan agar mempermudah mahasiswa dalam melakukan pembelajaran.

1.8 Asumsi dan Keterbatasan Masalah

a) Asumsi Pengembangan

Terdapat sejumlah asumsi yang menjadi landasan dalam pelaksanaan penelitian ini terkait media pembelajaran pengatur suhu dan kelembapan pada inkubator fermentasi tempe dengan kontrol *fuzzy* ini yaitu :

1. Media pembelajaran ini akan menjembatani teori dan praktik, sehingga mahasiswa dapat dengan mudah menghubungkan konsep-konsep abstrak dengan aplikasi nyata.
2. Dengan adanya media pembelajaran yang inovatif ini, suasana kelas akan menjadi lebih semangat dan interaktif, sehingga mahasiswa lebih termotivasi untuk belajar.
3. Media pembelajaran ini berfungsi sebagai alat bantu bagi dosen dalam menjelaskan materi pada mata kuliah Sistem Kendali Cerdas.
4. Media pembelajaran ini menjadi salah satu pemecahan masalah baik secara luring maupun daring.

b) Keterbatasan Pengembangan

Adapun beberapa keterbatasan pengembangan yang mendasari dilakukan penelitian ini yaitu :

1. Media pembelajaran menggunakan kontrol logika *fuzzy* dengan sensor DHT11, dilengkapi dengan buku panduan.
2. Media pembelajaran ini khusus dirancang untuk mata kuliah Sistem Kendali Cerdas.
3. Kelayakan media pembelajaran ini dinilai oleh dua pihak ahli, yakni seorang ahli media dan seorang dosen pengampu mata kuliah Sistem Kendali Cerdas.
4. Hanya mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Sistem Kendali Cerdas yang terlibat dalam uji coba media ini.

1.9 Definisi Istilah

Penelitian ini menggunakan sejumlah istilah yang perlu dijelaskan untuk mencegah terjadinya kesalahpahaman makna. Adapun beberapa istilah yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan sarana yang berisi informasi atau pesan yang digunakan untuk mendukung proses belajar mengajar (Hasan et al., 2019). Media pembelajaran dapat membantu mempermudah tenaga pendidik dalam menyampaikan pembelajaran.

2. *IoT (Internet of Things)*

Internet of Things (IoT) berfungsi sebagai jembatan penghubung antara berbagai perangkat fisik, mulai dari sensor sederhana hingga sistem elektronik yang lebih kompleks, yaitu mesin industri. Pada dasarnya sensor berfungsi sebagai pengumpul data dan akan diteruskan ke mikrokontroler lalu data yang diperoleh akan terhubung ke jaringan internet (Istiana et al., n.d.).

3. *Fuzzy Logic (Kontrol Fuzzy)*

Kontrol *Fuzzy* merupakan implementasi dari cara berpikir manusia dengan menawarkan pendekatan yang lebih fleksibel dalam pengendaliannya dibandingkan metode konvensional. kontrol *fuzzy* memiliki kelebihan dalam hal kemampuan adaptasi dan toleransi terhadap gangguan. Dengan kemampuan dalam mengatasi ketidakpastian dan informasi yang tidak lengkap (Arigo et al., 2024).

4. Nodemcu Esp8266

NodeMCU adalah perangkat keras pengembangan *IoT* yang fleksibel dan efisien. Berbasis pada chip Wi-Fi ESP8266 dan menggunakan bahasa pemrograman Lua, Nodemcu Esp8266 memungkinkan pengguna untuk dengan cepat mengembangkan berbagai macam proyek *IoT*. Keunggulan NodeMCU terletak pada sifatnya yang *open-source*, dokumentasi yang lengkap, dan komunitas pengguna yang besar (Wijayanti, n.d.).