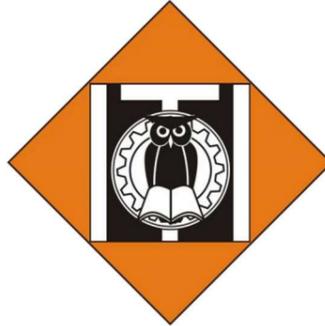


**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
DANA MANDIRI**



**Pemanfaatan ESP32 Pada Kontrol Jarak Jauh Inkubator Tempe Berbasis IoT Skala
Produksi UMKM**

Ketua : Novy Hapsari, ST, MSc. (0312117803)
Anggota : 1. Ir. Tita Aisyah, MT, IPM (0307046301)
2. Saharudin, ST, M.EngSc, IPM (0310107702)
Anggota Mahasiswa : M Haris (111900036)

**Dibiayai oleh:
Dana Mandiri**

**Nomor surat tugas:
021/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/I/2024**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pemanfaatan ESP32 pada Kontrol Jarak Jauh Inkubator Tempe Berbasis IoT Skala Produksi UMKM

Jenis Penelitian : Material Manufaktur

Bidang focus penelitian : Engineering

Ketua Tim Peneliti

a) Nama Lengkap : Novy Hapsari, ST, MSc
b) NIDN : 0312117803
c) Jabatan Fungsional : Lektor
d) Nomor HP : 085880808837
e) Bidang keahlian : Teknik Elektro

Anggota Peneliti

a) Jumlah anggota : 2 orang
b) Anggota 1
Nama : Ir. Tita Aisyah, MT., IPM
Program Studi : Teknik Elektro
c) Anggota 2
Nama : Ir. Saharudin, ST., MEng.Sc., IPM
Program Studi : Teknik Elektro
d) Jumlah mahasiswa terlibat : 1 orang (M. Haris - 1111900036)
e) Jumlah tendik terlibat : -

Institusi Sumber Dana : Mandiri
Biaya Penelitian : Rp. 10.000.000,-
Mitra Penelitian : -

Tangerang Selatan, 20 Februari 2024

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Elektro



(Ir. Saharudin, ST., MEng.Sc, IPM.)

NIDN: 0310107702

Ketua Tim Pengusul,

(Ir. Novy Hapsari, ST, MSc)

NIDN: 0312117803

Menyetujui

Kepala Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat



(Prof. Dr. Ir. Ratnawati, MEng.Sc., IPM)

NIDN : 0301036303



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314
(021) 7562757

www.iti.ac.id institutteknologiindonesia @kampusITI Institut Teknologi Indonesia

SURAT TUGAS

No. : 021/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/2024

- Pertimbangan** : Bahwa dalam rangka melaksanakan kegiatan Penelitian bagi Dosen Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia, perlu dikeluarkan surat tugas.
- Dasar** : 1. Pembebanan Tugas dosen Program Studi Teknik Elektro;
2. Surat Permohonan Tanggal 15 Januari 2024;
3. Kepentingan Institut Teknologi Indonesia.

DITUGASKAN

- Kepada** : Dosen Program Studi Teknik Elektro – ITI (Terlampir)
- Untuk** : 1. Melaksanakan kegiatan Penelitian pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2023/2024;
2. Melaporkan hasil tugas kepada Kepala PRPM - ITI;
3. Dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Tangerang Selatan, 16 Januari 2024
Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Kepala,

Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., IPM

- Tembusan Yth.
1. Wakil Rektor Bid Akademik, Penelitian dan Kemahasiswaan
 2. Ka. Biro SDMO
 3. Ka. Prodi T.Elektro
 4. Arsip

Lampiran Surat Tugas
No. 021/ST-PLT/PRPM-PP/IT/1/2024
Tanggal 15 Januari 2024

DAFTAR PENELITIAN DOSEN PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO SEMESTER GANJIL TAHUN AKADAMIK: 2023/2024

NO	TOPIK PENELITIAN	BIDANG	SUSUNAN TIM	SUMBER DANA	JUMLAH DANA (Rp)	KETERLIBATAN PRODI/INSTITUSI LAIN	KETERLIBATAN MAHASISWA
1	Analisis Tegangan Pengisi Baterai Handphone Menggunakan Metode Buck Konverter DC-DC FC75	Engineering and Technology	Ir. Parliandungan P. Marpaung, M.T	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	Duffine Bayu Al Rasyid (NRP: 1112200004)
2	Review Sistem Hybrid Tenaga Matahari dan Tenaga Angin pada Bangunan Tinggi	Energi Baru dan Terbarukan	1. Ir. Edwin Kamal, S.T., M.Eng.Sc., IPM 2. Ir. Novy Hapsari, S.T., M.Sc	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	1. Rio Dwiyanto (NRP: 1111800038) 2. Bagas Ismoyo Eka (NRP: 1111800047) 3. Yudha Surya Antariksa (NRP: 1112000036)
3	Review Sistem Charging Bergerak untuk Kendaraan Listrik	Engineering and Technology	1. Ir. Edwin Kamal, S.T., M.Eng.Sc., IPM 2. Ir. Adi Setiawan, S.T., M.Eng.Sc., IPM 3. Dra. Ir. Sri Yatzmari, M.Si., IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	1. Ayyasetya Putra P (NRP: 1112000021) 2. Muhammad Yuda Pratama (NRP: 1112000010) 3. Najib Ghulam Maasykur (NRP: 1112000033)
4	Analisis Gerak Ankle Kaki Kanan Menggunakan Robot Rehabilitasi	Engineering and Technology	1. Dr. Ir. Tris Dewi Indraswati, S.T., M.T 2. Ir. Ulfah Khariyah Lutfiyani, S.T., M.Eng 3. Dra. Ir. Ratnowati, M.Si., IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	Abdullah Restu Wahyudi (NRP: 1112000003)
5	Pemanfaatan ESP32 pada Kontrol Jarak Jauh Inkubator Tempoe berbasis IoT Skala Produksi UMKOM	Engineering and Technology	1. Ir. Novy Hapsari, S.T., M.Sc 2. Ir. Tita Aloyah, M.T., IPM 3. Ir. Saharudin, S.T., M.Eng.Sc., IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	Mohamad Harris (NRP: 1111900036)
6	Pemanfaatan Algoritma Arima untuk Prediksi Hasil Produksi Energi Listrik di PLTA Karacak PT. Indonesia Power Saguling Ponor	Engineering and Technology	1. Ir. Saharudin, S.T., M.Eng.Sc., IPM 2. Dra.Ir. Ratnowati, M.Si., IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	Dinda Febrinsyah (NRP: 111900024)



Prof. Dr. Ir. Ratnowati, M.Eng.Sc., IPM

PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, dan petunjuk Nya sehingga laporan akhir penelitian periode Semester Ganjil 2023 dapat diselesaikan. Laporan penelitian ini dibuat sebagai hasil penelitian yang telah kami lakukan pada industry pengrajin tempe dengan judul Pemanfaatan ESP32 pada KOnترول Jarak Jauh Inkubator Tempe Berbasis IoT Skala Produksi UMKM. Laporan penelitian ini telah kami buat sebaik mungkin, namun kami sadar bahwa masih banyak kekurangan dan perbaikan. Oleh karena itu, masukan dan saran dalam rangka perbaikan serta pengembangan atas penelitian kami sangat kami harapkan.

Diakhir kata, semoga laporan kami dapat memberikan wawasan tambahan dan sumber refrensi bagi Bapak/Ibu yang membutuhkan.

Tangerang Selatan, Februari 2024
Ketua Peneliti,

Novy Hapsari, ST. MSc.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang sangat pesat di era globalisasi saat ini telah memberikan banyak manfaat dalam kemajuan diberbagai aspek. Di Indonesia, tempe merupakan salah satu makanan tradisional yang digemari oleh masyarakat. Oleh karena itu, industri pembuat tempe merupakan salah satu industri rumah tangga yang cukup potensial. Inkubator fermentasi tempe adalah alat yang dirancang untuk memenuhi proses fermentasi tempe skala rumah tangga yang berfungsi untuk menjaga kondisi optimal proses fermentasi tersebut. Pengembangan dari inkubator tempe yang sudah ada yaitu penambahan beberapa sistem monitoring otomatis dimana suhu dan kelembapan dapat di monitoring dan di akses dimana saja menggunakan aplikasi android. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah alat yang dapat mengkontrol kondisi ruangan fermentasi tempe berdasarkan kelembapan dan suhu menggunakan sensor yang dapat memonitoring secara *realtime* dan dikontrol melalui *smartphone android*. Hasil pengujian memperlihatkan alat yang dirancang bangun bekerja dengan baik, dimana ESP32 yang digunakan sebagai mikrokontroler dapat berfungsi dan bekerja dengan baik dengan memperoleh tegangan pada kondisi *high* sebesar 2,69 volt; Sensor DHT dapat mengirimkan data berupa *temperature* dan *humidity* dengan rata-rata pembacaan sebesar 27,53 °C dengan nilai rata-rata simpangan sebesar 0,47 °C; Platform Blynk dapat terkoneksi dengan Blynk dengan terkoneksi WiFi dan dapat memonitoring dengan menampilkan pembacaan data dalam bentuk *gauge*, digit angka digital, dan grafik, serta Blynk dapat mengatur suhu batas atas dan suhu batas bawah, serta dapat mengkontrol mulainya *countdown* dengan rata-rata selisih waktu pembacaan sebesar 0.8654 sampai dengan 2 detik, yang sangat dipengaruhi oleh jaringan internet. Hasil uji mutu tempe dengan menggunakan 5 kriteria uji mutu dari 9 kriteria SNI 3144:2009, diperoleh hasil pengujian tempe dengan set poin suhu 31°C mendapatkan rata-rata kondisi yang cukup baik,

Kata Kunci: Fermentasi tempe, Inkubator, IoT, platform Blynk, remote, uji mutu

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	2
PRAKATA	i
ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Proses Pembuatan Tempe	5
2.2 Syarat Mutu Tempe	6
2.3 Inkubator Tempe	7
2.4 Remote control.....	8
2.4.1 Komponen <i>Remote control</i>	9
2.4.2 Prinsip Cara kerja <i>remote control</i>	10
2.5 Komunikasi Data.....	10
2.6 ESP32	11
2.7 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	13
2.5.2 Blynk.....	15
BAB III RANCANG BANGUN DAN INTEGRASI ALAT	17
3.1 Tahapan Penelitian	17
3.2 Perancangan Fungsional.....	18
3.2.1 Diagram Blok	19
3.2.2 Prinsip Kerja.....	20
3.3 Perancangan Struktural	21
3.3.1 Perancangan Hardware	21
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak atau Software	23
3.3.3 Arsitektur Integrasi Sistem	26

<i>Protocol Stack</i>	26
Alur Kerja Sistem	27
Integrasi Bagian Hardware	29
3.3.4 Perancangan Komunikasi antar Aplikasi (API)	30
3.4 Perancangan Manufaktur	30
Manufakturing Aplikasi Blynk.....	34
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA	38
4.1 Pengujian Sistem Software Komunikasi ke Blynk	38
4.1.1 Tujuan Pengujian	38
4.1.2 Hasil Pengujian dan Analisa Koneksi Jaringan Sistem dengan Blynk.....	38
4.1.3 Hasil Pengujian dan Analisa pembacaan nilai suhu dan kelembapan pada serial monitor dan <i>platform</i> Blynk.....	40
4.1.4 Hasil Pengujian dan Analisa pembacaan nilai suhu pada <i>platform</i> Blynk dan <i>display</i>	41
4.1.5 Hasil Pengujian dan Analisa waktu respon controlling mulai hitung mundur.....	42
4.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	43
4.2.1 Tujuan Pengujian	43
4.2.2 Langkah Pengujian.....	43
4.2.3 Hasil Pengujian dan Analisa Sistem Secara Keseluruhan.....	44
4.3 Pengujian Fisik Tempe	45
4.3.1 Pengujian Warna Tempe	46
4.3.2 Pengujian Tekstur tempe	47
4.4 Uji Mutu Tempe.....	47
BAB V PENUTUP	49
DAFTAR PUSTAKA	50

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang khususnya dalam perkembangan teknologi otomatisasi di berbagai bidang baik industri besar, Pendidikan maupun industri rumahan. Semakin maju perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, semakin terbuka peluang untuk melakukan usaha. Salah satu industri rumahan yang banyak terdapat di Indonesia adalah usaha pembuatan tempe. Usaha yang sederhana tetapi menjanjikan yaitu pembuatan tempe. Bisnis tempe akan terus berkembang seiring dengan pertambahan jumlah penduduk yang terus meningkat dari tahun ke tahun.

Proses fermentasi yang dilakukan oleh pengrajin tempe saat ini secara tradisional dimana kedelai yang telah diberi ragi diletakkan begitu saja dengan kondisi terbungkus plastik atau daun tanpa memperhatikan suhu dan kelembapan serta kondisi di lingkungan sekitar tempat fermentasi tempe dilakukan, suhu dan kelembapan yang optimum untuk membantu proses fermentasi tempe adalah antara 30°C-36°C. Guna memenuhi permintaan pangan masyarakat saat ini dan di masa yang akan datang tidak cukup jika hanya mengandalkan cara tradisional saja karena untuk bisa memproduksi dengan jumlah yang lebih banyak diperlukan waktu yang cukup lama oleh karena itu diperlukan penerapan teknologi yang dapat mempermudah proses pembuatan tempe, yaitu dengan menggunakan inkubator fermentasi tempe.

Inkubator fermentasi tempe adalah alat yang dirancang untuk memenuhi proses fermentasi tempe skala rumah tangga yang berfungsi untuk menjaga kondisi optimal proses fermentasi tersebut. Telah dibuat Inkubator fermentasi tempe yang dapat mengatur serta menjaga kestabilan pada suhu 31°C-33°C secara otomatis menggunakan sensor DHT22. Dalam proses fermentasi pembuatan tempe terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan agar hasil fermentasi sesuai dengan yang diharapkan. Beberapa faktor yang harus diperhatikan agar hasil fermentasi pembuatan tempe baik yaitu penentuan suhu operasi dan kelembapan dalam inkubator fermentasi tersebut sesuai dengan bahan baku yang digunakan. Suhu operasi 31°C-33°C dan waktu selama 20 jam. (Toriana : 2017)

Pengembangan dari inkubasi tempe yang sudah ada yaitu penambahan beberapa sistem monitoring otomatis dimana suhu dan kelembapan dapat di monitoring dan di akses dimana saja menggunakan aplikasi android. Aplikasi android digunakan karena menggunakan konsep internet of things pengrajin akan mendapat kemudahan dalam pembuatan tempe yaitu hanya memantau suhu dan kelembapan, on/off fermentasi pada inkubator melalui aplikasi yang ada pada android walaupun orang tersebut berada di kejauhan dari tempat produksi pembuatan tempe dengan konsep *internet of things*. *Internet of things* (IoT) adalah sebuah konsep dimana objek dalam bentuk fisik dapat dihubungkan dan mentransfer data melalui jaringan internet oleh sensor. Konsep IoT menggambarkan setiap objek yang dapat terhubung ke internet dan dapat dikendalikan dari jarak jauh tanpa harus berada di tempat. Dengan dukungan IoT, pekerjaan akan menjadi lebih cepat dan mudah. (Safrianti, et al., 2022)

Dari uraian permasalahan tersebut, maka pada penelitian ini akan membuat suatu alat yang dapat memonitoring dan mengontrol suhu dan kelembapan pada proses fermentasi tempe. Alat pendeteksi suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT22 dan dapat di monitoring secara tidak langsung dengan menerapkan *Internet of Things* dengan ESP32 menggunakan aplikasi Blynk agar sistem dapat bekerja secara *realtime* dengan *smartphone android*. Penerapan *Internet of Things* pada proses fermentasi tempe dapat mempermudah dalam memonitoring, mengontrol suhu dan kelembapan, serta mengatur waktu pada inkubator secara *realtime* dan *mobile* ketika pengrajin tidak berada disekitar inkubator dapat menggunakan aplikasi android.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan yang telah dijelaskan dalam latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah yang harus diselesaikan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang alat yang dapat mengontrol pada kelembapan suhu untuk fermentasi tempe berbasis Android.
2. Bagaimana mengintegrasikan algoritma ke alat inkubator dengan sistem IoT.
3. Bagaimana memonitoring suhu dan kelembapan secara optimal dari jarak jauh.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih spesifik dan terarah, maka pembahasan masalah dalam penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian alat ini hanya menggunakan sistem IoT berbasis Blynk.
2. Menggunakan ESP32 untuk mengkoneksikan ke *internet of things*.
3. Variabel *inputan* yang digunakan yaitu suhu dan kelembapan yang berasal dari sensor DHT22.
4. Jumlah tempe yang dibuat sebanyak 40 buah setiap percobaan
5. Pengujian menggunakan 5 kriteria uji mutu dari 9 kriteria SNI 3144:2009.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah alat yang dapat mengontrol kondisi ruangan fermentasi tempe berdasarkan kelembapan dan suhu menggunakan sensor yang dapat memonitoring secara *realtime* dan dikontrol dari jarak jauh melalui *smartphone android*.

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka, yaitu dengan mempelajari literatur dan ide yang sudah ada dilakukan studi yang digunakan berupa buku-buku, artikel-artikel baik dari internet maupun jurnal serta data-data penelitian dan paten yang telah ada sejak awal.
2. Studi Observasi, yaitu untuk mendapatkan tolak ukur nilai suhu dan kelembapan yang digunakan dalam proses fermentasi tempe dilakukan studi pada tempat pengrajin tempe konvensional dan membandingkan alat yang sudah ada sebelumnya.
3. Perancangan dan Perakitan Sistem elektronika, yaitu Perancangan dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama adalah perancangan diagram blok sistem ditentukan. Diantaranya perancangan sistem yang dibuat meliputi rangkaian sistem pengkabelan untuk menghubungkan antara sensor DHT22 dan komponen lainnya dengan Arduino Mega 2560 yang berkomunikasi dengan Nodemcu Esp32 untuk mengkoneksikan terhadap internet. Berikutnya adalah perancangan software berupa coding yang digunakan

untuk mengontrol kinerja komponen-komponen yang digunakan secara keseluruhan.

4. Integrasi Sistem Hardware dan Software, yaitu Bagian yang sudah siap digunakan kemudian dirakit menjadi satu kesatuan sistem yang kemudian diimplementasikan.
5. Pengujian dan Evaluasi Sistem Keseluruhan, yaitu sistem yang telah dirakit selanjutnya diuji, termasuk semua bagian pemrograman yang terkait. Tujuan dari pengujian ini membuktikan bahwa alat dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang dikehendaki ketika perancangan.
6. Pengimplementasian alat, pengambilan data hasil pengujian, dan analisis

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Pembuatan Tempe

Proses pembuatan tempe secara tradisional dapat dilakukan dalam sepuluh tahap, sebagai berikut :

1. Proses Pencucian

Proses pembuatan tempe yang pertama adalah membersihkan kedelai. Dilakukan dengan cara dicuci menggunakan air bersih hingga kedelai terlihat bersih.

2. Proses perendaman

Setelah di cuci bersih, kedelai di rendam selama kurang lebih 12 jam kemudian di tiriskan sebelum masuk kedalam proses perebusan.

3. Proses Perebusan

Setelah direndam selama 12 jam , kedelai direbus menggunakan air bersih. Proses perebusan ini berlangsung selama 1 1/2 jam berfungsi untuk melepaskan kedelai dari kulitnya. Kemudian tiriskan lalu bilas menggunakan air bersih.

4. Proses peredaman setelah perebusan

Setelah matang, kedelai kemudian direndam dalam. Perendaman dilakukan antara 18 jam hingga 20 jam sampai air rendaman mengental. Kemudian kedelai di saring lalu di giling.

5. Proses Penggilingan

Proses berikutnya adalah menggiling kedelai agar biji-biji kedelai yang telah matang terbelah menjadi dua, dan memisahkan dari kulit arinya. Kedelai diangkat dari wadah rendaman dan dimasukkan ke dalam alat penggilingan. Penggilingan kedelai ini menggunakan mesin penggiling, Kemudian kedelai yang sudah digiling dibilas menggunakan air bersih.

6. Proses Pengukusan

Bila sudah benar – benar bersih kedelai kemudian dikukus, tujuannya untuk menghilangkan kadar air sisa bilasan usai digiling dan mengurangi aroma tak sedap setelah direndam semalaman. Pengukusan ini selama 2 jam, kemudian di dinginkan.

7. Proses Pendinginan

Setelah kedelai panas dan tidak lagi terlihat basah, kedelai kemudian didinginkan. Kedelai diangkat dari panci lalu di dinginkan selama 2 jam sebelum proses berikutnya, yaitu pencampuran ragi.

8. Proses Peragian

Setelah kedelai dingin, kedelai kemudian dicampur dengan ragi tempe. Ragi tempe ditaburkan pada kedelai dingin lalu dicampur hingga merata. Untuk takaran banyak sedikitnya ragi yang dicampurkan disesuaikan dengan kondisi suhu masing – masing daerah. Di daerah panas proses fermentasi akan lebih cepat dari daerah bersuhu dingin. Karena itu pemberian ragi lebih sedikit. Sedangkan di daerah bersuhu dingin proses fermentasi lebih lambat. Jadi, untuk pemberian ragi juga lebih banyak. Pencampuran ragi tempe sangat dipengaruhi oleh cuaca.

9. Pengemasan

Proses pembuatan tempe berikutnya adalah pengemasan. Pengemasan dilakukan setelah kedelai dicampur dengan ragi. Kedelai dikemas menggunakan plastik bening. Kedelai dikemas sesuai ukuran besar kecil atau panjang pendek yang diinginkan.

10. Proses fermentasi

Kemudian setelah pengemasan tempe mulai di tata dengan cara di jejer dan di beri sepaasi sekitar 2 cm. Lalu diamkan selama 24 jam hingga tempe berubah warna yang di sebut proses frementasi kemudian dapat di konsumsi. (Sunarto Putra, 2022)

2.2 Syarat Mutu Tempe

Tempe, sebagai makan dengan nilai kandungan gizi yang tinggi, sudah lama diakui. Sejumlah penelitian yang diterbitkan pada tahun 1940-an sampai dengan 1960-an menyimpulkan bahwa banyak tahanan Perang Dunia II pada zaman pendudukan Jepang di Indonesia berhasil terhindar dari disentri dan busung lapar karena tempe. Penelitian terhadap nilai gizi tempe terus dilakukan dan dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa tempe mengandung elemen yang berguna bagi tubuh, yakni: asam lemak, vitamin, mineral, dan antioksidan. SNI 3144:2009 menetapkan mengenai syarat mutu tempe kedelai. Sesuai dengan standar tersebut, syarat mutu tempe kedelai, dengan perincian sebagai berikut terdapat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Kriteria SNI mutu tempe kedelai

Sumber: (Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia Departemen Kesehatan RI Dir. Bin. Gizi Masyarakat dan Puslitbang Gizi, 1991)

NO	KRITERIA UJI	SATUAN	PERSYARATAN
1.	Keadaan		
	1.1. Bau	-	normal, khas
	1.2. Warna	-	normal
	1.3. Rasa	-	normal
2.	Kadar Air (b/b)	%	Maks. 65
3.	Kadar Abu (b/b)	%	Maks. 1,5
4.	Kadar Lemak (b/b)	%	Min. 10
5.	Kadar Protein (N x 6,25) (b/b)	%	Min. 16
6.	Kadar serat kasar (b/b)	%	Maks. 2,5
7.	Cemaran logam		
	7.1. Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
	7.2. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,25
	7.3. Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40
	7.4. Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
8.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,25
9.	Cemaran mikroba		
	9.1. Bakteri coliform	APM/g	Maks. 10
	9.2. Salmonella sp.	-	Negatif/25 g

Syarat mutu tempe kedelai, SNI 3144:2009 juga memuat mengenai cara produksi tempe yang higienis. Menurut standar ini, cara memproduksi tempe yang higienis, termasuk cara penyiapan dan penanganannya, berlaku ketentuan sesuai dengan Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik.

2.3 Inkubator Tempe

Inkubator fermentasi tempe merupakan alat yang dirancang untuk memenuhi proses fermentasi pembuatan tempe skala rumah tangga yang berfungsi menjaga temperatur ideal proses fermentasi sehingga dapat mempercepat fermentasi tempe. Inkubator tempe dapat memonitoring suhu dan kelembapan pada ruang inkubasi sehingga suhu ruang dapat terjaga. Untuk inkubator tempe dapat dilihat Gambar 2.1 merupakan inkubator tempe yang telah dibuat.



Gambar 2.1 Inkubator tempe

sumber: (toriana, 2021)

Suhu dan kelembapan menjadi faktor penting dalam proses pembuatan tempe. Apabila suhu dan kelembapan di lingkungan sekitar tidak stabil, berpengaruh terhadap waktu proses fermentasi yang lama hingga menyebabkan kegagalan dalam pembuatan tempe.

Pengoptimalan yang dilakukan inkubator fermentasi tempe yaitu dengan menjaga suhu dan kelembapan agar stabil, serta sistemnya dibuat secara otomatis. Inkubator fermentasi tempe dirancang secara software Arduino. Ino sebagai database serta secara hardware menggunakan beberapa komponen seperti sensor DHT22, arduino mega 2560, ESP32, heater, kipas, LCD dan komponen lainnya yang dibutuhkan.

Dalam satu kali produksi, inkubator fermentasi tempe dapat menghasilkan 240 buah tempe dengan ukuran tempe 8cm x 20cm x 3cm. Kedelai yang digunakan untuk membuat 240 tempe yaitu sebanyak 50 - 60 kg kedelai.

Proses fermentasi dilakukan pada inkubator fermentasi tempe guna mempercepat proses fermentasi tempe. Alat fermentasi tempe telah dibuat terdahulu di ITI (Allesio toriana; 2017), proses fermentasi tempe menggunakan mesin inkubator membutuhkan waktu 20 jam dengan kriteria uji warna, normal, bau normal dan suhu normal.

2.4 Remote control

Remote control atau yang biasa disebut pengendali jarak jauh merupakan sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah mesin dari

jarak jauh. Istilah *remote control* juga sering disingkat menjadi remot saja. Pada umumnya, pengendali jarak jauh digunakan untuk memberikan perintah dari kejauhan kepada televisi atau barang-barang elektronik lainnya seperti *system stero*, mainan dan pemutar DVD. (Perdana Kristyabudi, 2016)

Remot kontrol untuk perangkat biasanya berupa benda kecil nirkabel yang digenggam dengan sederetan tombol untuk menyesuaikan berbagai *setting*. Kebanyakan remot berkomunikasi dengan perangkatnya melalui sinyal-sinyal infra merah dan melalui sinyal radio.

2.4.1 Komponen *Remote control*

Komponen-komponen *remote control* yang dijelaskan adalah jenis *remote control* yang sering dijumpai di peralatan-peralatan elektronika rumah, menggunakan gelombang infra merah sebagai pembawa sinyal. Sebuah sistem *remote control* terdiri dari beberapa bagian :

- a. *Transmitter* (pengirim sinyal), Alat ini berfungsi untuk mengirimkan instruksi ke peralatan elektronika. Alat ini adalah sebuah LED (*light emitting diode*) sinar infra merah yang berada di pesawat *remote control*.
- b. Panel ini berisi sejumlah tombol di pesawat *remote control*. Setiap tombol memiliki fungsi yang berbeda-beda. Bentuk panel ini tergantung dari jenis alat yang dikendalikannya.
- c. Papan rangkaian elektronik, dalam setiap *remote control* terdapat sebuah papan rangkaian elektronik, dalam bentuk sirkuit terintegrasi. Fungsi komponen ini adalah membaca tombol yang ditekan pengguna kemudian membangkitkan *transmitter* untuk mengirimkan sinyal dengan pola sesuai tombol yang ditekan
- d. *Receiver* (penerima sinyal), alat ini berada di dalam alat elektronika yang akan menerima instruksi. Untuk jenis sinar infra merah alat yang digunakan adalah foto transistor infra merah. Alat ini berperan dalam mendeteksi pola sinyal infra merah yang dikirimkan *remote control*. Gelombang infra merah adalah salah satu nama untuk lebar frekuensi pada spektrum gelombang elektromagnetik. Pada spektrum gelombang elektromagnet, panjang gelombang *infrared* lebih panjang dari cahaya tampak dan lebih pendek dari gelombang radio.

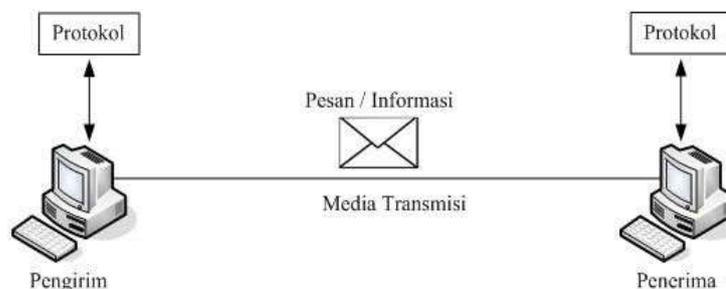
2.4.2 Prinsip Cara kerja *remote control*

Prinsip cara kerja *remote control* sendiri sebetulnya cukup sederhana, sinyal sinar infra merah dipancarkan dari pemancar *remote control* membentuk pola sinyal tertentu. Selanjutnya pola sinyal tersebut akan diterima oleh peralatan elektronik, lalu pola sinyal tersebut akan diterjemahkan menjadi instruksi tertentu.

2.5 Komunikasi Data

Komunikasi data, ditunjukkan pada gambar 2.2, adalah proses pengiriman dan penerimaan data atau informasi dari dua atau lebih perangkat melalui beberapa media transmisi seperti kabel kawat, kabel optik dan gelombang radio. Perangkat berkomunikasi yang terdiri dari kombinasi perangkat keras (fisik atau peralatan perangkat keras) dan perangkat lunak (program) agar dapat terjadi komunikasi data. Komunikasi data terdiri dari beberapa komponen seperti sumber pengirim, sistem transmisi, penerima, dan target tujuan.

1. Pesan (*Message*): Data atau informasi yang ingin dikirimkan dalam bentuk perangkat *input* dari pengirim ke penerima. Mengubah informasi audio, suara, video, atau teks menjadi unit data untuk diproses.
2. Pengirim (*Sender*): Sumber data atau informasi yang ingin dikirimkan ke penerima.
3. Penerima (*Receiver*): Tujuan akhir dari data yang ingin dikirimkan.
4. Media Transmisi (*Transmission Media*): Jalan atau media yang digunakan untuk mengirimkan data seperti kabel, gelombang radio, serat optik, dll.
5. Protokol (*Protocol*): Aturan dan prosedur yang digunakan untuk mengirim dan menerima data.



Gambar 2.2 Komunikasi Data

Dalam proses pertukaran informasi antara komputer, komunikasi komputer melibatkan pengiriman data antara dua sistem yang berbeda. Beberapa

tugas khusus yang harus dipenuhi dalam proses transfer data antara dua komputer adalah:

1. Mengaktifkan jalur komunikasi data: Sistem sumber harus memastikan ada jalur komunikasi data langsung atau melalui jaringan komunikasi antara sistem sumber dan sistem tujuan.
2. Identifikasi sistem tujuan: Sistem sumber harus memberikan informasi identitas sistem tujuan kepada jaringan komunikasi agar data bisa diteruskan ke sistem yang tepat.
3. Persiapan sistem tujuan: Sistem sumber harus memastikan bahwa sistem tujuan siap menerima data dengan benar dan memiliki program manajemen file yang sesuai untuk menyimpan file dari beberapa pengguna tertentu.
4. Penerjemahan format file: Jika format file pada kedua sistem tidak kompatibel, salah satu sistem harus dapat melakukan fungsi penerjemahan format agar data bisa dipahami dan digunakan oleh sistem lain.

Komunikasi komputer melibatkan entitas dan sistem yang berbeda, termasuk program aplikasi user, program transfer file, sistem manajemen database, terminal, komputer, dan lainnya. *Protocol* adalah aturan yang memungkinkan entitas-entitas ini berkomunikasi dengan bahasa yang sama.

Elemen penting dalam *protocol* termasuk :

- syntax (format data dan level sinyal),
- semantics (informasi kontrol dan pengendalian kesalahan), dan
- timing (urutan dan kecepatan komunikasi).

Arsitektur *protocol* adalah kerjasama tingkat tinggi di antara dua komputer yang melibatkan kesepakatan dan aturan dalam pertukaran data. Dengan menggunakan *protocol* dan arsitektur *protocol* yang tepat, komunikasi antara komputer dan jaringan komputer dapat berjalan lancar dan efisien.

2.6 ESP32

Mikrokontroler ESP32 dibuat oleh perusahaan bernama *Espressif Systems*. Perbedaan yang menjadi keunggulan mikrokontroler ESP32 dibanding dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari pin out nya yang lebih banyak, pin analog

lebih banyak, memori yang lebih besar, terdapat *bluetooth* 4.0 *low energy* serta tersedia WiFi yang memungkinkan untuk mengaplikasikan *Internet of Things* dengan mikokontroler ESP32 (Suriana, Setiawan, & Graha, 2021)

Spesifikasi mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. ESP32 sendiri tidak jauh berbeda dengan ESP8266 yang familiar di pasaran, hanya saja ESP32 lebih kompleks dibandingkan ESP8266, cocok untuk sobat dengan proyek yang besar. berikut ini merupakan spesifikasi yang dimiliki oleh mikrokontroler ESP32:

Atribut	Detail
CPU	Tenailica Xtensa LX6 32bit Dual-Core di 160/240MHz
SRAM	520 KB
FLASH	1MB (max. 64MB)
Tegangan	2.7V sampai 3.6V
Arus Kerja	Rata-rata 10mA
Dapat diprogram	Ya (C, C++, Python, Lua, dll)
Open Source	Ya
Konektivitas	
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Bluetooth®	4.2BR-EDR + BLE
UART	3
I/O	
GPIO	33
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)

Gambar 2.3 Tabel Spesifikasi Mikrokontroler ESP32

- *Prosesor: Xtensa dual-core (or single-core) 32-bit LX6 microprocessor, operating at 160 or 240 MHz.*
- Memori: 520 KB SRAM.

- *Wireless connectivity: Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE (shares the radio with Wi-Fi).*
- *Peripheral I/O: 12-bit SAR ADC (up to 18 channels), 2x 8-bit DACs, 10x touch sensors (capacitive sensing GPIOs), 4x SPI, 2x I2S interfaces, 2x I2C interfaces, 3x UART, SD/SDIO/CE-ATA/MMC/eMMC host controller, SDIO/SPI slave controller, Ethernet MAC interface, CAN bus 2.0, infrared remote controller (TX/RX, up to 8 channels), motor PWM, LED PWM (up to 16 channels), hall effect sensor, ultra low power analog pre-amplifier.*
- *Security : IEEE 802.11 standard security, secure boot, flash, encryption, 1024-bit, OTP (up to 768-bit for customers), cryptographic hardware acceleration (AES, SHA-2, RSA, ECC), random number generator (RNG).*

2.7 Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. (Efendi, 2018)

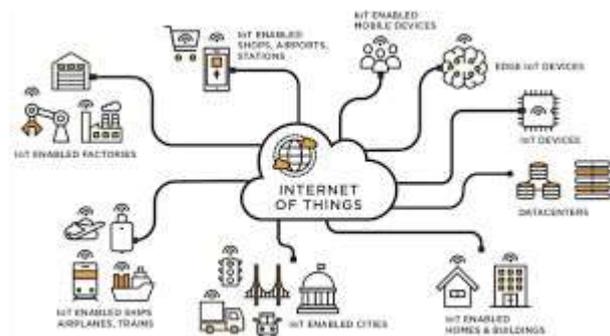
Internet of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di ruang kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer. atau sebuah rumah cerdas yang dapat dimana lewat *smartphone* dengan bantuan koneksi internet. pada dasarnya perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai media pengumpul data, sambungan internet sebagai media komunikasi dan *server* sebagai pengumpul informasi yang diterima sensor dan untuk analisa.

Ide awal *Internet of Things* pertama kali dimunculkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 di salah satu presentasinya. Kini banyak perusahaan besar mulai mendalami *Internet of Things* sebut saja *Intel, Microsoft, Oracle*, dan banyak lainnya.

Banyak yang memprediksi bahwa pengaruh *Internet of Things* adalah “ *the next big thing* ” di dunia teknologi informasi, hal ini karena IoT menawarkan banyak potensi yang bisa digali. Contoh sederhana manfaat dan implementasi dari *Internet of Things* misalnya adalah kulkas yang dapat memberitahukan kepada pemiliknya via SMS atau email tentang makanan dan minuman apa saja yang sudah habis dan harus di stok lagi.

2.5.1 Cara Kerja Internet of Things

Konsep IoT ini sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur IoT, yakni: Barang Fisik yang dilengkapi modul IoT, Perangkat Koneksi ke Internet seperti Modem dan *Router Wireless Speedy* seperti di rumah anda, dan *Cloud Data Center* tempat untuk menyimpan aplikasi beserta *data base*, seperti diperlihatkan pada gambar 2.4. berikut.



Gambar 2.4 Konsep IoT

Dasar prinsip kerja perangkat IoT adalah benda di dunia nyata diberikan identitas unik dan dapat dikali di sistem komputer dan dapat di representasikan dalam bentuk data di sebuah sistem komputer. Pada awalawal implementasi gagasan IoT pengenalan yang digunakan agar benda dapat diidentifikasi dan dibaca oleh komputer adalah dengan menggunakan kode batang (*Barcode*), Kode QR (*QR Code*) dan Identifikasi Frekuensi Radio (*RFID*). Dalam perkembangannya sebuah benda dapat diberi pengenalan berupa *IP address* dan menggunakan jaringan internet untuk bisa berkomunikasi dengan benda lain yang memiliki pengenalan *IP address*.

Cara Kerja *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah

yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.

2.5.2 Blynk

Blynk adalah sebuah layanan *server* yang digunakan untuk mendukung *project Internet of Things*. Layanan *server* ini memiliki lingkungan *mobile user* baik Android maupun iOS. Blynk Aplikasi sebagai pendukung IoT dapat diunduh melalui *Google play* untuk pengguna *Android* dan melalui *App Store* bagi pengguna iOS. Blynk mendukung berbagai macam *hardware* yang dapat digunakan untuk *project Internet of Things*. Blynk adalah *dashborad* digital dengan fasilitas antarmuka grafis dalam pembuatan *project*-nya. (Hariri, Novianta, & Kristiyana, 2019)

1. Blynk Apps

Blynk Apps memungkinkan untuk membuat *project interface* dengan berbagai macam komponen *input output* yang mendukung untuk pengiriman maupun penerimaan data serta merepresentasikan data sesuai dengan komponen yang dipilih. Representasi data dapat berbentuk visual angka maupun grafik.

2. Blynk Server

Blynk *server* merupakan fasilitas *Back end Service* berbasis *Cloud* yang bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara aplikasi *smartphone* dengan lingkungan *hardware*. Kemampuan untuk menangani puluhan *hardware* pada saat yang bersamaan semakin memudahkan bagi para pengembang sistem IoT.

3. Blynk Library

Blynk *Library* dapat digunakan untuk membantu pengembangan *code*. Blynk *library* tersedia pada banyak *platform* perangkat keras sehingga semakin memudahkan para pengembang IoT dengan fleksibilitas *hardware* yang didukung oleh lingkungan Blynk.

Dalam Blynk, terdapat protokol komunikasi yang digunakan untuk mengirim dan menerima data antara perangkat keras dan aplikasi Blynk.

Berikut adalah beberapa protokol yang penting dalam Blynk:

1. Protokol Komunikasi:

Blynk Protocol: Blynk menggunakan protokol khusus yang dibangun di atas TCP/IP untuk menghubungkan perangkat keras dengan *server* Blynk. Protokol ini memungkinkan pertukaran data antara perangkat dan aplikasi Blynk.

2. Protokol Autentikasi:

Token Auth: Saat membuat proyek di aplikasi Blynk, Anda akan diberikan token autentikasi. Token ini digunakan oleh perangkat keras untuk melakukan autentikasi dengan *server* Blynk, sehingga dapat terhubung dengan proyek yang telah Anda buat.

3. Protokol Pengiriman Data:

Virtual pins: Blynk menggunakan konsep *Virtual pins* untuk mengirim dan menerima data antara perangkat keras dan aplikasi. *Virtual pins* adalah saluran virtual yang dapat digunakan untuk menghubungkan *widget* di aplikasi Blynk dengan pin GPIO atau variabel di perangkat keras.

Read/Write Operations: Dalam protokol Blynk, Anda dapat melakukan operasi baca (*read*) dan tulis (*write*) ke *Virtual pins* untuk membaca data dari perangkat atau mengirim data ke perangkat.

4. Protokol *Widget*:

Widget Event: Saat *widget* di aplikasi Blynk diaktifkan atau digunakan, protokol Blynk akan mengirimkan peristiwa (*event*) ke perangkat keras. Misalnya, saat tombol ditekan, protokol akan mengirimkan peristiwa bahwa tombol telah ditekan, dan perangkat dapat merespons sesuai.

Widget Property: Beberapa *widget* di aplikasi Blynk memiliki properti khusus yang dapat dikonfigurasi, seperti rentang nilai pada *slider* atau tipe sensor pada *widget* sensor. Properti ini dapat dikirimkan dari aplikasi ke perangkat melalui protokol Blynk.

5. Protokol *Server-Push*:

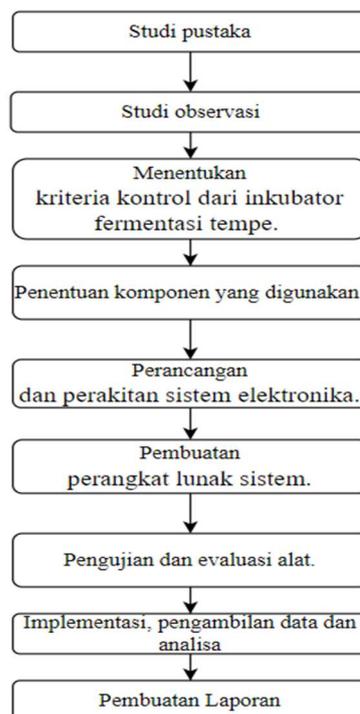
Server-Push: *Server* Blynk dapat mengirimkan pesan atau instruksi ke perangkat keras melalui protokol *Server-Push*. Ini memungkinkan *server* Blynk untuk mengirim perintah atau pemberitahuan ke perangkat, seperti memperbarui nilai *widget* atau mengirimkan pesan.

BAB III RANCANG BANGUN DAN INTEGRASI ALAT

Bab ini membahas mengenai perancangan peningkatan kinerja sistem inkubator tempe pada temperatur konstan yang berisi pembahasan mengenai fungsi dari komponen yang digunakan pada inkubator fermentasi tempe. Pendekatan dari perancangan alat yang digunakan adalah secara fungsional dan struktural. Penjelasan tersebut ditujukan sebagai sarana untuk menjelaskan alat inkubator fermentasi tempe yang dibuat.

3.1 Tahapan Penelitian

Akan diperoleh suatu alat yang baik dan bermanfaat seperti yang diharapkan maka harus dipertimbangkan berbagai segi biaya, kualitas maupun kuantitas yang diharapkan sehingga di hasilkan alat yang ekonomis (efisien dan efektif). Berikut tahapan-tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 di bawah:



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka, yaitu dengan mempelajari literatur dan ide yang sudah ada dilakukan studi yang digunakan berupa buku-buku, artikel-artikel baik dari

internet maupun jurnal serta data-data penelitian dan paten yang telah ada sejak awal.

2. Studi Observasi, yaitu untuk mendapatkan tolak ukur nilai suhu dan kelembapan yang digunakan dalam proses fermentasi tempe dilakukan studi pada tempat pengrajin tempe konvensional dan membandingkan alat yang sudah ada sebelumnya serta berdasarkan referensi jurnal lain bisa ditambahkan kondisi sebelumnya.
3. Menentukan kriteria kontrol dari inkubator fermentasi tempe., yaitu untuk menentukan kriteria kontrol untuk digunakan saat fermentasi.
4. Penentuan komponen yang digunakan, yaitu mencari dan menentukan komponen yang cocok untuk digunakan pada inkubator tempe dari bahan casing, peredam panas dan komponen lainnya.
5. Pembuatan perangkat lunak sistem., yaitu Perancangan dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama adalah perancangan diagram blok sistem ditentukan. Diantaranya perancangan sistem yang dibuat meliputi rangkaian sistem pengkabelan untuk menghubungkan antara sensor DHT22 dan komponen lainnya dengan Arduino Mega 2560.
6. Integrasi Sistem Hardware dan Software, yaitu Bagian yang sudah siap digunakan pengujian dirakit menjadi satu kesatuan sistem yang kemudian diimplementasikan.
7. Pengujian dan Evaluasi Alat, yaitu sistem yang telah dirakit selanjutnya diuji, termasuk semua bagian pemrograman yang terkait. Tujuan dari pengujian ini membuktikan bahwa alat dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang dikehendaki ketika perancangan.
8. Implementasi, Pengambilan Data dan Analisis. Yaitu mengumpulkan data suhu selama proses fermentasi menggunakan inkubator fermentasi tempe dan juga melakukan Analisa dari data yang sudah didapatkan serta menentukan mana set suhu yang paling baik.
9. Penyusunan laporan Tugas Akhir dengan pembimbing.

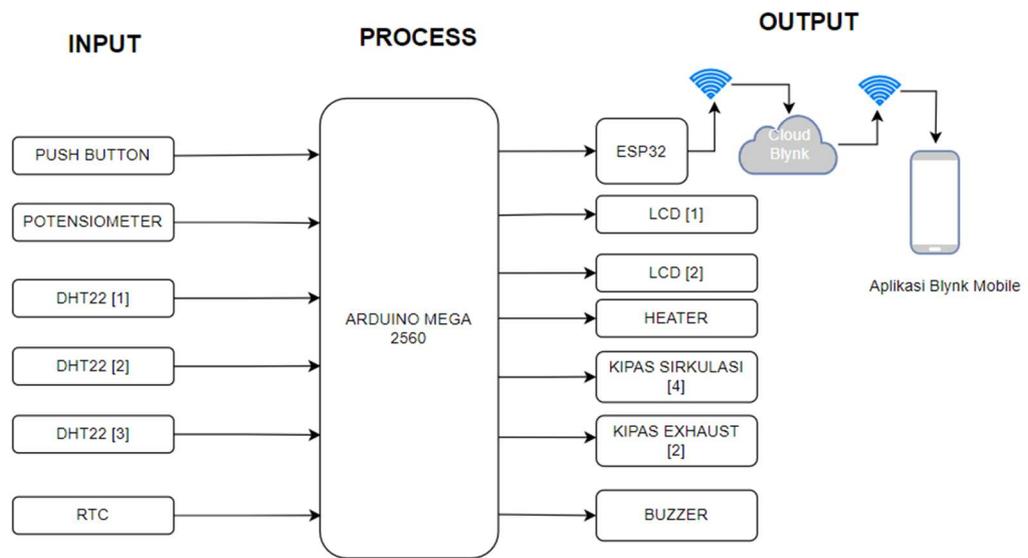
3.2 Perancangan Fungsional

Pada perancangan fungsional akan dibahas mengenai penjelasan komponen dan sistem dari alat inkubator fermentasi tempe. Penjelasan tersebut

ditujukan sebagai sarana untuk menjelaskan beberapa komponen dan sistem yang digunakan pada rangkaian dari inkubator fermentasi tempe.

3.2.1 Diagram Blok

Diagram blok merupakan gambaran mengenai sistem yang dirancang. Diagram blok dari inkubator fermentasi tempe dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian *input*, proses dan *output*. Setiap bagian memiliki fungsi dan peran yang berbeda-beda. Untuk lebih jelas dapat dilihat diagram blok alat pada gambar 3.2 di bawah ini:



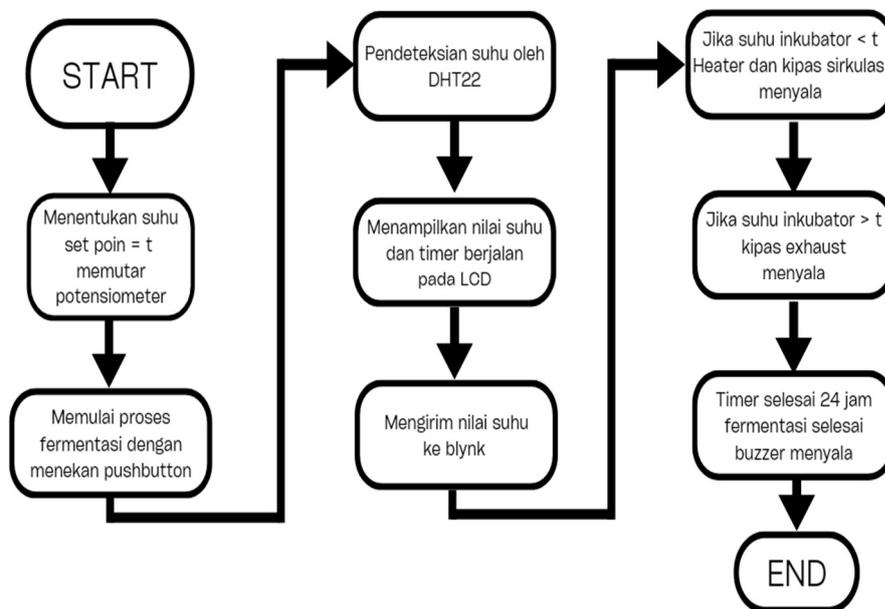
Gambar 3.2 Diagram blok inkubator fermentasi tempe

Bagian *input* dari sistem ini menggunakan Push button, potensiometer, sensor DHT22 dan RTC. Bagian proses terdapat arduino mega 2560 yang akan digunakan untuk mengelola data dan pengontrol kerja setiap komponen. Bagian *output* terdiri dari beberapa komponen yaitu *heater* yang digunakan untuk menaikkan suhu di dalam inkubator, kipas digunakan untuk menurunkan suhu serta membantu proses sirkulasi udara di dalam inkubator, buzzer digunakan untuk memberikan informasi bahwa pada saat tertentu terjadinya suatu proses kenaikan atau penurunan suhu atau memberikan informasi bahwa proses fermentasi telah selesai dan LCD yang digunakan untuk menampilkan hasil nilai yang dibaca oleh sensor DHT22 dan timer yang berjalan selama proses fermentasi.

Inkubator fermentasi tempe juga terhubung dengan platform blynk berikut diagram blok Arduino dan esp32. Bagian input dari esp32 terhubung dengan pin TX dan RX pada Arduino, esp32 menerima data kondisi suhu dan kelembapan dan disimpan pada platform blynk dan ditampilkan pada aplikasi mobile melalui koneksi internet.

3.2.2 Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari inkubator tempe dijelaskan pada gambar 3.3 di bawah ini dengan menampilkan diagram alir proses kerja inkubator tempe.



Gambar 3. 3 Cara kerja inkubator tempe

Prinsip kerja dari alat inkubator fermentasi tempe yaitu dimulai dengan menentukan suhu set poin yang akan digunakan selama proses fermentasi dengan potensiometer dengan skala ditentukan set poin 31, 33, dan 35 kemudian menekan *push button* maka inkubator menyala dan penghitungan waktu RTC mulai menghitung timer mundur selama 24 jam. Tiga buah sensor DHT22 akan membaca suhu dan kelembapan di dalam inkubator lalu mengirimkan data ke arduino mega 2560. Nilai suhu dan kelembapan yang dibaca sensor DHT22 juga akan ditampilkan pada LCD.

Suhu yang dibaca sensor DHT22 kurang dari suhu set poin poin dalam proses fermentasi, maka *heater* akan aktif guna menaikkan suhu di dalam inkubator dan kipas sirkulasi akan aktif untuk membantu proses sirkulasi udara di dalam inkubator sampai nilai suhu yang di baca sensor DHT22 sesuai dengan suhu set poin yang telah ditentukan.

Suhu yang dibaca sensor DHT22 di atas suhu set poin poin dalam proses fermentasi, maka kipas pendingin dan kipas sirkulasi akan menyala untuk menurunkan suhu di dalam inkubator sampai suhu sesuai kembali. Proses fermentasi dilakukan selama 24 jam. Apabila proses fermentasi sudah mencapai 24 jam, maka buzzer menyala sebagai informasi bahwa proses fermentasi telah selesai.

3.3 Perancangan Struktural

Perancangan awal dimulai dengan menyiapkan komponen dan bahan yang akan digunakan dengan pemilihan bahan yang diperlukan agar sesuai dengan karakteristik dari alat yang akan dibuat, pembuatan desain mekanik, serta pemrograman. Perancangan struktural bertujuan untuk mempermudah dalam proses perakitan alat dan perbaikan alat jika terjadinya kerusakan atau error pada proses pembuatan alat. Dalam proses pengerjaan perancangan dan pembuatan alat ini terdapat beberapa tahap, antara lain:

3.3.1 Perancangan Hardware

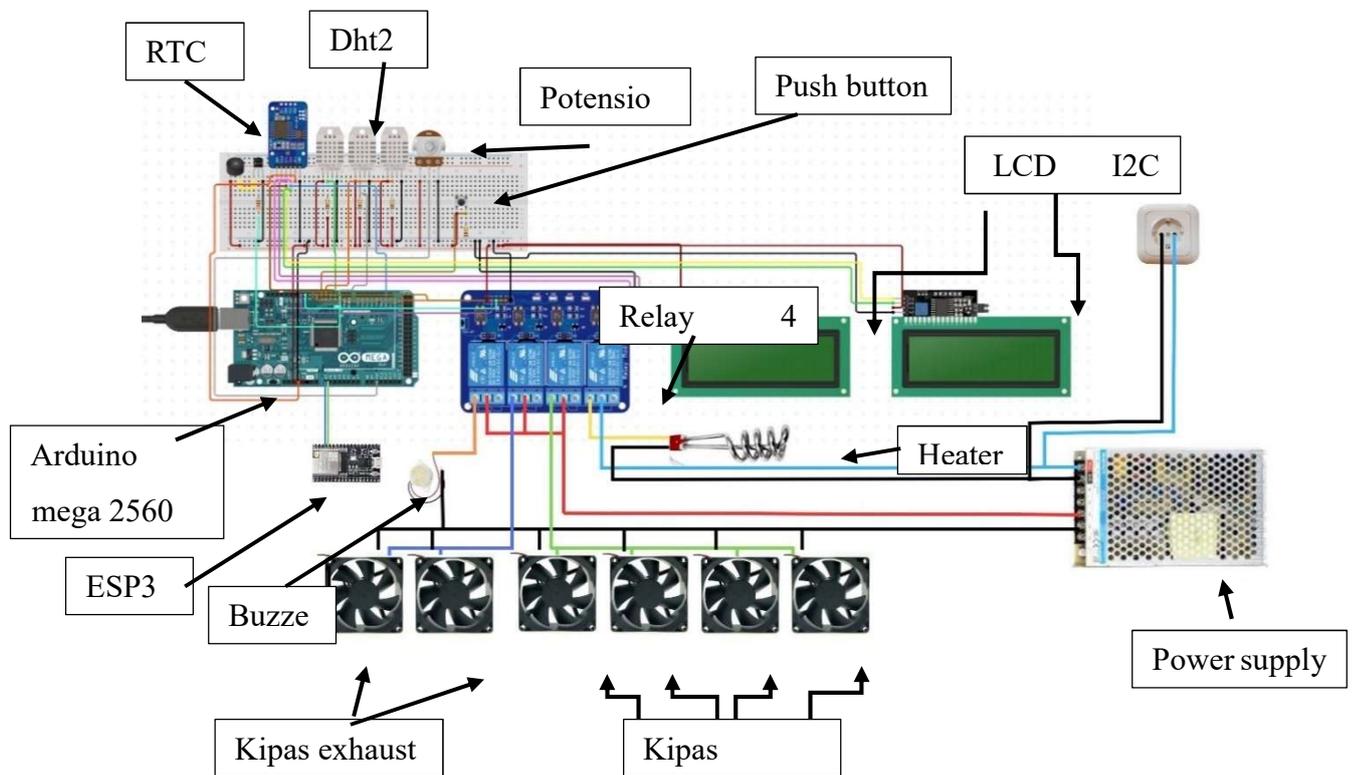
Sistem ini menggunakan *heater* untuk menaikkan suhu. Inkubator fermentasi tempe ini dilengkapi dengan display untuk menampilkan keadaan suhu dan kelembapan di dalam inkubator. Semua sistem tersebut terhubung dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Dengan demikian hasil produksi tempe dapat

maksimal karena tidak ketergantungan dengan iklim cuaca yang sedang dialami serta proses pembuatan tempe menjadi lebih cepat.

Perancangan *hardware* diperlukan untuk memberi gambaran mengenai rangkaian elektronik sehingga sesuai dengan prinsip kerja alat yang diharapkan. Dalam hal ini, penentuan komponen yang dibutuhkan pada alat serta rangkaian keseluruhan dari sistem adalah kunci utama. Perancangan rangkaian elektronik itu sendiri terdapat pada box panel yang terdapat *power supply* sebagai suplai arus dc untuk rangkaian dan seluruh komponen yang disambungkan. Komponen yang membutuhkan suplai arus dc seperti step down sebagai penurun tegangan ke Arduino. Komponen seperti relay, kipas, heater juga disambungkan ke *power supply* dan Berikut dapat dilihat komponen-komponen yang digunakan pada tabel 3.2 dan gambar rangkaian pada gambar 3.4 di bawah ini:

Tabel 3.1 Komponen yang digunakan

No	Komponen	Jumlah
1	Arduino Mega 2560	1
2	Sensor DHT22	3
3	Heater	1
4	Kipas DC	6
5	Buzzer	1
6	Module relay	4
7	LCD	2
8	Power Supply 12V	1
9	<i>Step Down</i>	1
10	RTC	1
11	Push button	3
12	Potensiometer	1

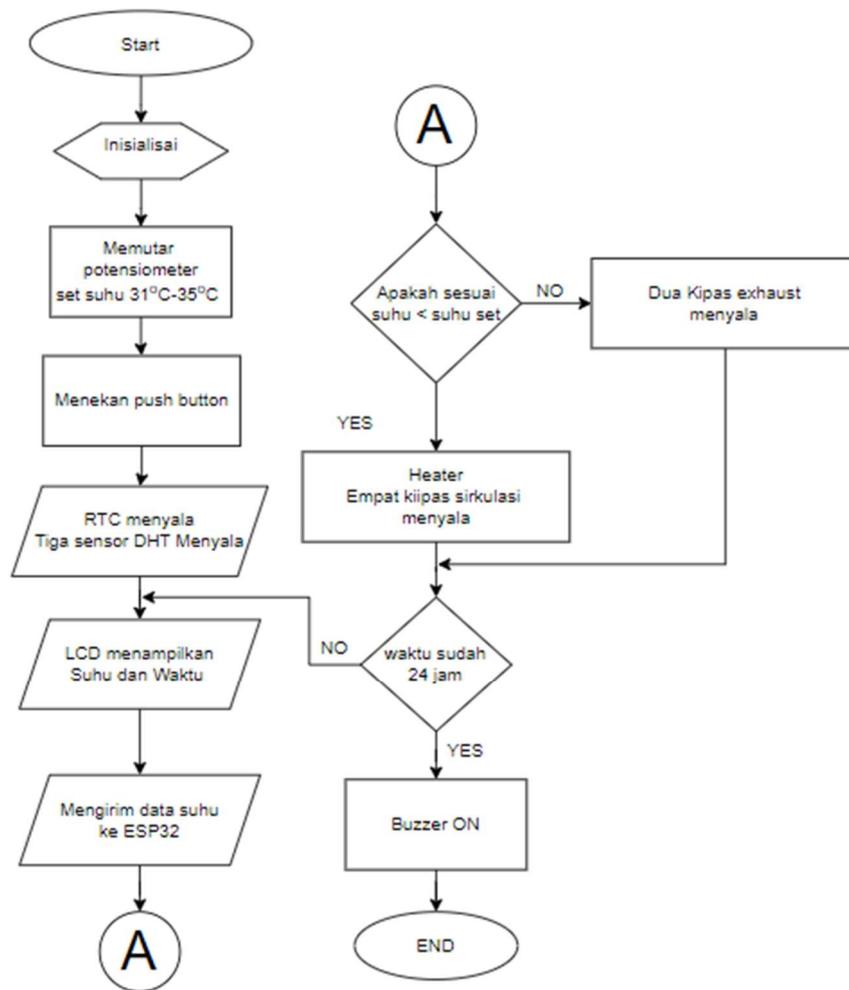


Gambar 3.4 Rancangan rangkaian keseluruhan inkubator

Gambar 3.4 merupakan rangkaian dari alat inkubator fermentasi tempe. *Input* pada alat yang digunakan yaitu 3 buah sensor DHT22 yang dihubungkan ke pin 2, 3, dan 4 pada arduino. Hasil nilai rata-rata suhu yang dibaca oleh sensor DHT22 akan ditampilkan pada LCD yang terhubung pada arduino ke pin SDA dan SCL. Setiap output terhubung pada modul relay yang digunakan sebagai sistem pensaklaran dengan tegangan input 5 volt. Pada modul relay output, int1 untuk heater terhubung pada pin 22, int2 untuk kipas sistem sirkulasi perputaran udara terhubung ke pin 24, int3 untuk kipas sirkulasi terhubung ke pin 26, int4 untuk buzzer terhubung ke pin 28, push button terhubung ke pin 30, dan potensiometer terhubung dengan pin A0.

3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak atau Software

Perancangan *software* berupa program yang digunakan agar arduino mega 2560 dapat mengelola setiap data *input* dan *output* agar alat dapat berfungsi sesuai prinsip kerja yang direncanakan. Software yang digunakan untuk program arduino mega 2560 yaitu arduino IDE. Program yang digunakan untuk alat terdapat pada lampiran. Untuk flowchart program yang akan digunakan pada gambar 3.4



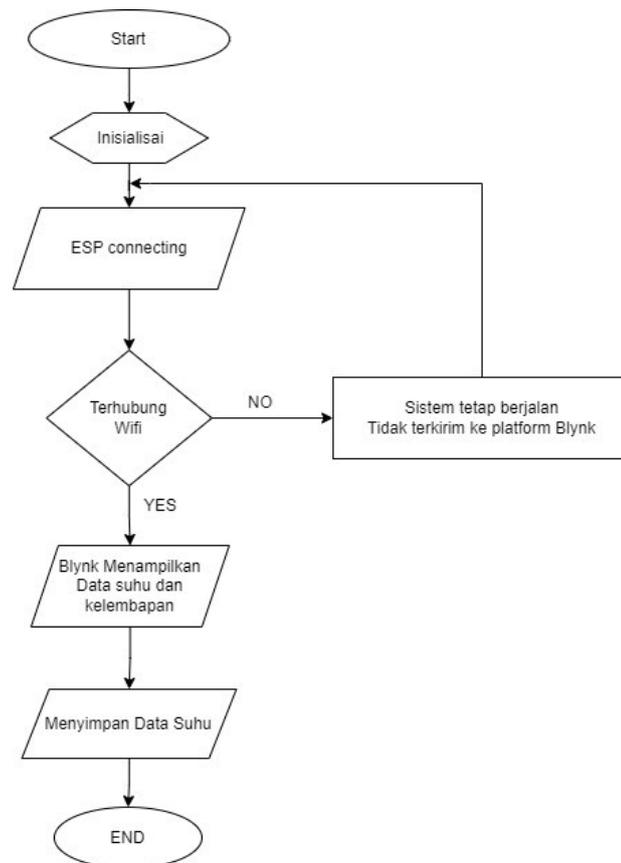
Gambar 3.5 Flowchart program inkubator tempe

Flowchart pada gambar 3.5 menjelaskan prinsip kerja dari inkubator fermentasi tempe dimana Arduino Mega 2560 digunakan sebagai pengontrol dari setiap komponen yang pada alat ini. Proses dimulai ketika *push botton* ditekan maka sistem aktif sebagai informasi bahwa sistem dari inkubator dalam keadaan aktif dan suhu set poin ditentukan sengan memutar potensiometer kemudian menekan push button setelah suhu ditentukan dan timer mulai menghitung sampai proses fermentasi selesai yaitu selama 24 jam. Sensor DHT22 akan membaca nilai suhu dan kelembapan di dalam inkubator, sensor DHT22 digunakan sebagai *input* dan nilai yang dibaca oleh sensor DHT22 akan ditampilkan pada LCD.

Proses berikutnya dilakukan pengecekan dari data *input* sensor DHT22. Apabila sensor DHT22 membaca suhu di dalam inkubator kurang dari suhu set

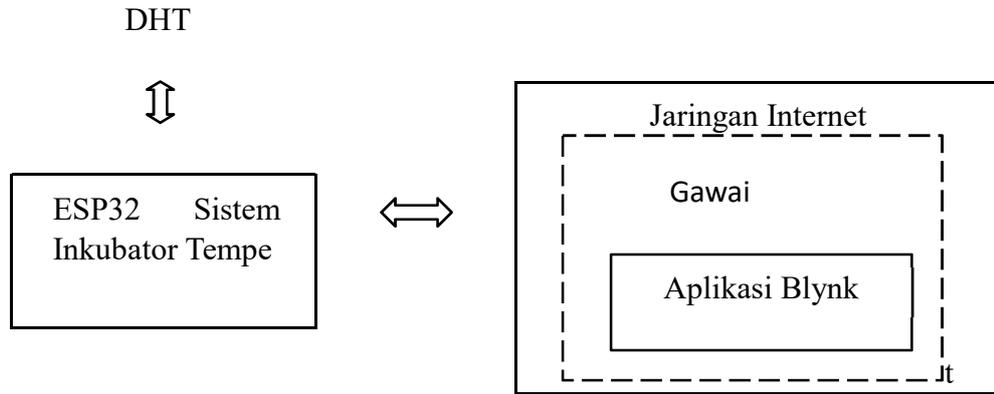
poin, maka *heater* dan kipas sirkulasi menyala sampai suhu di dalam inkubator konstan di suhu set poin. Apabila suhu yang dibaca dari setiap sensor DHT22 tidak kurang dari suhu set poin maka akan dilakukan pengecekan selanjutnya yaitu memastikan apakah nilai suhu yang dibaca dari setiap sensor DHT22 lebih dari suhu set poin. Jika suhu yang dibaca dari salah satu sensor DHT22 lebih dari suhu set poin maka kipas exhaust akan aktif sampai suhu di dalam inkubator sesuai dengan harga suhu konstan. Proses fermentasi yang dilakukan selama 24 jam. Apabila waktu yang dibaca belum sampai 24 jam maka sistem akan mengulang proses input suhu.

Data nilai suhu yang pada Arduino dikirim ke ESP32 sebagai platform internet dari inkubator dari ESP32 dikirim ke cloud Blynk untuk selanjutnya data suhu disimpan pada cloud, data suhu dan kelembapan juga ditampilkan pada platform blynk. Untuk flowchart program esp 32 terdapat pada Gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3. 6 Flowchart ESP32

3.3.3 Arsitektur Integrasi Sistem



Gambar 3.7 Blok Diagram Arsitektur Komunikasi Data

Arsitektur Komunikasi Data ditunjukkan pada gambar 3.7 Arsitektur ini terdiri dari Gawai yang terhubung dengan aplikasi Blynk memuat sistem pengontrol dan database inkubator tempe, jaringan internet untuk menghubungkan ESP32 dan gawai, DHT22 untuk pembacaan suhu dan kelembapan dan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali sitem inkubator tempe.

Protocol Stack

Tumpukan protokol atau tumpukan jaringan merupakan implementasi dari paket protokol jaringan komputer atau keluarga protokol. Dengan adanya protocol stack inilah semua aplikasi dan layanan di dalam jaringan komputer dapat berjalan dengan baik dan setiap protokol akan menjalankan tugasnya masing-masing. Protokol dalam rancangan integrasi pada penelitian ini ditunjukkan gambar 3.3.

<i>Application</i>	Bahasa Pemrograman C Aplikasi Blynk
<i>Transport</i>	Protokol komunikasi Serial seperti UART (Universal Asynchronous Receiver /Transmitter).
<i>Network</i>	TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
<i>Data Link</i>	Template ID Blynk, Template Name Blynk
<i>Physical</i>	USB Type A to Micro USB

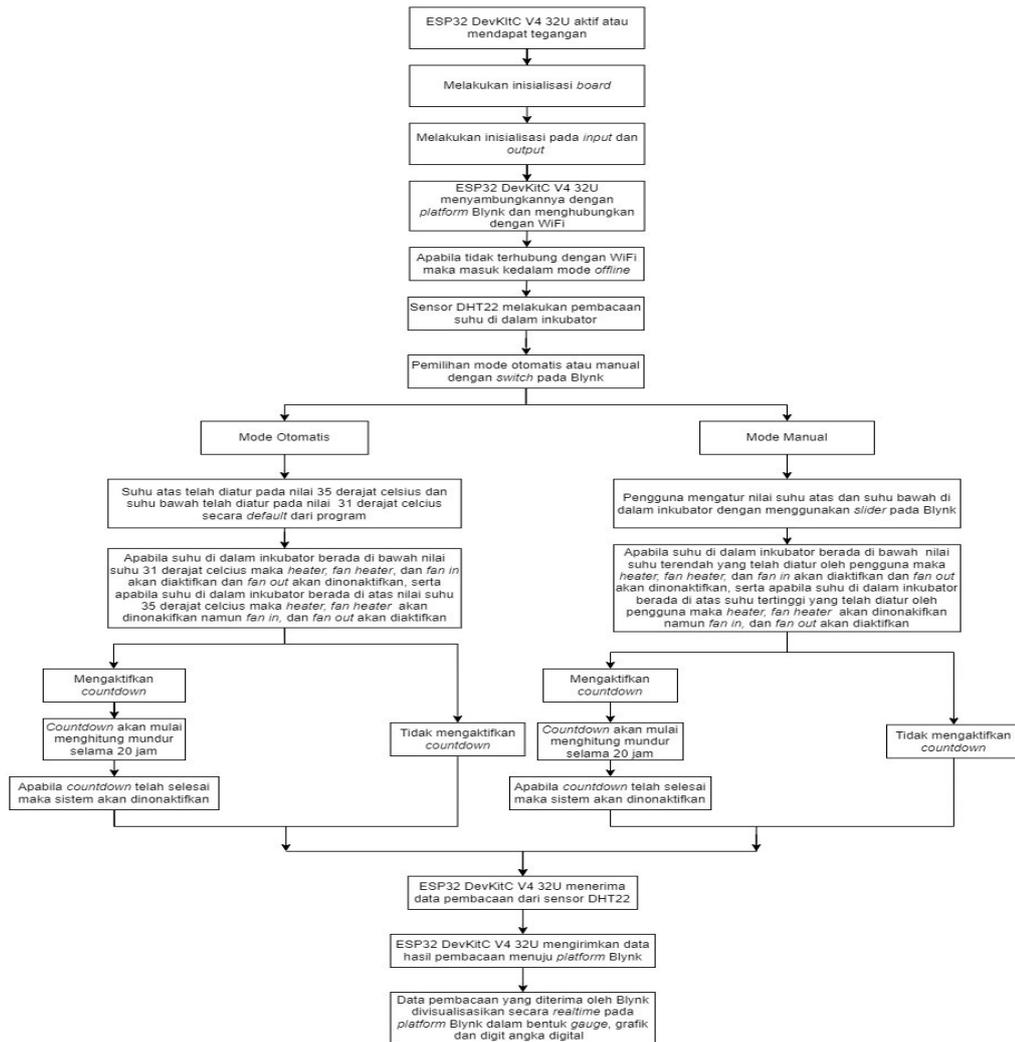
Gambar 3.8 Protocol Stack Rancangan Integrasi

Tabel 3.3 Protokol Stack

Lapisan	Deskripsi
Lapisan fisik (Physical)	Menangani perangkat keras dan sinyal listrik yang digunakan untuk komunikasi. Menghubungkan papan ESP32 ke komputer menggunakan kabel USB.
Lapisan Transport (<i>Transport</i>)	Mengatur transfer data antara papan ESP32 dan komputer menggunakan protokol komunikasi serial, seperti UART (<i>Universal Asynchronous Receiver/Transmitter</i>).
Lapisan jaringan (<i>Network</i>)	Menangani komunikasi IP (<i>Internet Protocol</i>) antara ESP32 dan <i>server</i> Blynk. ESP32 harus terhubung ke jaringan WiFi dan menggunakan tumpukan TCP/IP (<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>) untuk berkomunikasi melalui jaringan.
Lapisan Aplikasi (<i>Application</i>)	Menggunakan protokol Blynk untuk berinteraksi dengan <i>server cloud</i> Blynk. Memungkinkan pengguna untuk membuat antarmuka pengguna di aplikasi Blynk, mengontrol proyek IoT, dan mengirim/menerima data melalui <i>server</i> Blynk.

Alur Kerja Sistem

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang alur kerja sistem dalam yang digunakan untuk rancang bangun sistem kontrol suhu pada inkubator tempe.



Gambar 3.9 Flowchart Alur Kerja Sistem

Pada Gambar 3.9 diatas dapat dilihat alur kerja sistem yang dibentuk untuk sistem inkubator tempe, langkah awal yang dilakukan yaitu memastikan ESP32 aktif atau mendapatkan tegangan, lalu melakukan inialisasi board, melakukan inialisasi *input* dan *output* sebelum menjalankan sistem, setelah itu ESP32 yang merupakan mikrokontroler akan menyambung pada *platform* Blynk dan menghubungkan dengan jaringan WiFi, setelah ESP32 terhubung dengan WiFi maka sensor DHT akan membaca suhu didalam inkubator, dan apabila ESP32 tidak terhubung dengan WiFi maka masuk kedalam mode offline, lalu dalam aplikasi Blynk terdapat dua mode yaitu otomatis dan mode manual, pada mode otomatis suhu atas dan bawah sudah diatur didalam program yaitu dengan nilai 35°C untuk suhu atas di dalam inkubator dan nilai 31°C untuk suhu bawah di dalam inkubator, apabila suhu di dalam inkubator berada dibawah 31 °C maka *heater* dan

fan heater, *fan in* akan diaktifkan, sedangkan *fan out* akan dinonaktifkan, sebaliknya apabila suhu di dalam inkubator berada diatas 35 °C maka *heater* dan kipas *heater*, *fan out* akan dinonaktifkan sedangkan *fan in* akan diaktifkan. Lalu mengaktifkan *Countdown* melalui *button* yang ada pada aplikasi Blynk, *countdown* akan hitung mundur selama 20 jam, apabila *countdown* telah selesai maka sistem akan dinonaktifkan, sedangkan apabila *countdown* tidak diaktifkan maka sistem akan terus berjalan tanpa berhenti.

Pada mode manual, suhu batas atas dan suhu batas bawah di dalam inkubator dapat diatur oleh pengguna dengan menggunakan *slider* pada aplikasi Blynk, apabila suhu di dalam inkubator di bawah suhu yang telah diatur oleh pengguna maka *heater* dan *fan heater*, *fan in* akan diaktifkan, sedangkan *fan out* akan dinonaktifkan, sebaliknya apabila suhu di dalam inkubator berada di atas suhu yang telah diatur oleh pengguna maka *heater* dan kipas *heater*, *fan out* akan dinonaktifkan sedangkan *fan in* akan diaktifkan. Lalu mengaktifkan *Countdown* melalui *button* yang ada pada aplikasi Blynk, *countdown* akan hitung mundur selama 20 jam, apabila *countdown* telah selesai maka sistem akan dinonaktifkan, sedangkan apabila *countdown* tidak diaktifkan maka sistem akan terus berjalan tanpa berhenti. Selanjutnya ESP32 akan menerima data pembacaan dari sensor suhu kemudian hasil pembacaan data tersebut akan ditransmisikan oleh ESP32 menuju *platform* Blynk yang mana setelahnya data tersebut akan divisualisasikan dalam bentuk *gauge*, digit angka digital, dan grafik secara *realtime*.

Integrasi Bagian Hardware

Integrasi *hardware* pada pemanfaatan sistem Iot berbasis ESP32 untuk *remote control* inkubator tempe dengan mengintegrasikan tiga perangkat keras yang memiliki fungsi berbeda, dimana integrasi ini berhubungan dengan komunikasi data pada lapisan TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) model, yaitu lapisan fisik. Integrasi hardware yang akan di bangun ialah sebagai berikut:

- PC/Laptop – ESP32, pada PC/Laptop telah tersedia port USB, sedangkan pada ESP32 hanya memiliki port micro USB maka dari itu memerlukan *cabel* USB *type A* to micro USB agar ESP32 dapat terkoneksi dengan PC/laptop melalui port USB.

- ESP32 – DHT22, pada sensor DHT22 telah tersedia port GPIO sehingga memerlukan kabel *jumper* agar dapat berkomunikasi dengan ESP32.

Dengan menggunakan kabel USB tipe A to micro USB dan kabel jumper, maka dapat dengan mudah menghubungkan PC/Laptop dengan ESP32 dan sensor DHT22 sehingga dapat melakukan pemrograman dan berkomunikasi dengan sensor DHT22 melalui ESP32.

3.3.4 Perancangan Komunikasi antar Aplikasi (API)

Berdasarkan data yang telah diperoleh bahwa untuk memungkinkan komunikasi data antar peralatan harus memperhatikan *interface* pemrograman aplikasinya (API), maka Perancangan API pada tugas ini diperlukan agar integrasi data antar perangkat dapat berjalan dengan baik. Dengan merujuk pada diagram alir pada bab 3 sebelumnya API yang akan di bangun pada penelitian ini ialah:

- API untuk Komunikasi antara ESP32-DHT22

Basis program sensor DHT22 menggunakan bahasa C, dengan demikian sensor DHT22 dapat dikomunikasikan dengan program pada mikrokontroler ESP32 dengan menggunakan Library DHT22 yang sudah disediakan oleh software Arduino IDE sebagai software pemrograman ESP32.

- API untuk Komunikasi antara ESP32-Blynk

Untuk Mengkomunikasikan ESP32 dengan Blynk melalui koneksi nirkabel (WiFi) dan menggunakan API Key Blynk untuk berkomunikasi dengan perangkat gawai secara nirkabel dengan menambahkan library Blynk pada program Arduino IDE.

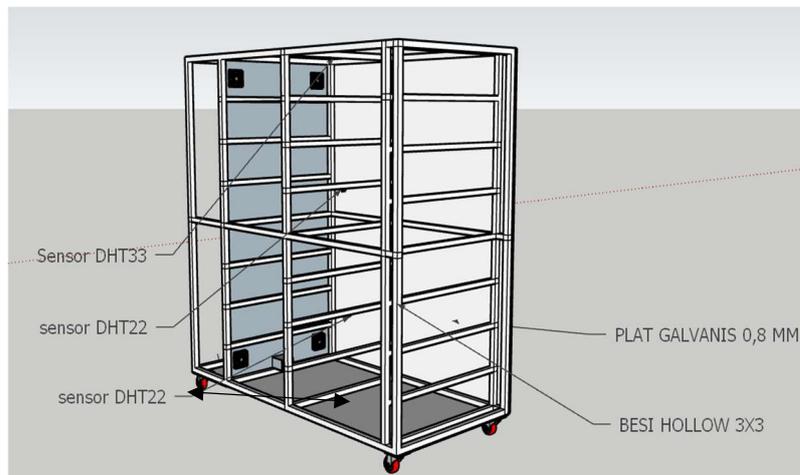
3.4 Perancangan Manufaktur

Manufakturing Alat

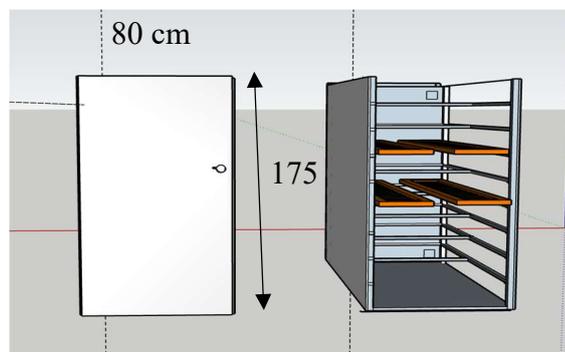
Perancangan manufaktur bertujuan untuk memberi gambaran bentuk alat dan pemasangan komponen pada inkubator fermentasi tempe agar sesuai dengan prinsip kerja yang direncanakan. Pada perancangan ini diharapkan dengan melakukan perancangan manufaktur yang telah didesain sedemikian rupa agar pembuatan inkubator fermentasi tempe dapat berfungsi sesuai dengan flowchart dan prinsip kerja dari inkubator fermentasi tempe.

Rancang bangun *casing* inkubator tempe digunakan bahan plat galvanis

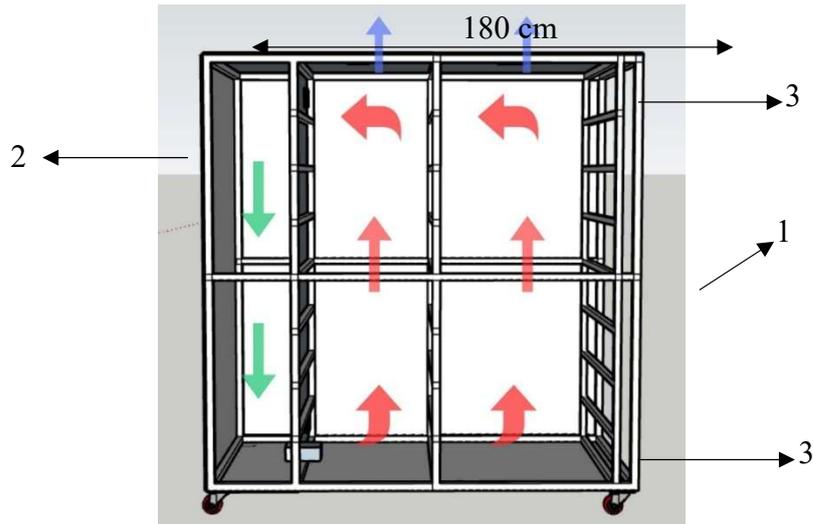
0,4 mm dengan tambahan peredam panas alumunium foil bekerja sebagai isolator panas sehingga suhu di dalam ruangan inkubator terjaga dan suhu di luar inkubator juga tidak mempengaruhi suhu di dalam ruangan inkubator yang bisa mengakibatkan suhu menjadi tidak stabil. Penerapan alumunium foil dari desain yang telah dibuat berada pada dinding dalam ruang inkubator dimana bahan alumunium foil yang digunakan yang dilengkapi serat busa sebagai penambah isolator pada ruang inkubator. untuk desain inkubator berbahan galvanis terdapat pada gambar 3.10 di bawah:



Gambar 3.10 Desain kerangka inkubator



Gambar 3.11 Desain inkubuator tempe



Gambar 3.12 Ilustrasi sirkulasi dalam inkubator tempe tampak samping

Keterangan gambar :

1. Ruang sirkulasi
2. Dinding dalam inkubator ditempelkan alumunium foil sebagai isolator
3. Kipas sirkulasi



Gambar 3.7 Desain nampan tempe

Penerapan alumunium foil dari desain yang telah dibuat berada pada dinding dalam ruang inkubator dimana bahan alumunium foil yang digunakan yang dilengkapi serat busa sebagai penambah isolator pada ruang inkubator.

Berikut merupakan tabel bahan manufaktur yang dibutuhkan untuk rancang bangun inkubator tempe dapat dilihat pada tabel 3.4 di bawah ini:

Tabel 3.42 Bahan rancangan manufaktur

No	Bahan	Jumlah
1	Plat galvanis 0,8	9
2	Besi hollow 3x3	6
3	Alluminium foil	1
4	Kawat ram	1
5	Box panel	1

Inkubator fermentasi tempe memiliki ukuran panjang 80cm, lebar 175cm, dan tinggi 180cm (P=80cm, L=175cm, T=180cm). Dalam satu kali produksi, inkubator fermentasi tempe dapat menghasilkan 240 buah tempe dengan ukuran maksimal tempe yaitu panjang 8cm, lebar 20cm, tinggi 3cm (P=8cm, L=20cm, T=3cm).

Casing inkubator fermentasi tempe terbuat dari plat galvanis. Alasan menggunakan plat galvanis karena bahan lebih tahan dengan suhu luar inkubator dan lebih awet dibandingkan bahan triplek. Namun plat galvanis bukanlah bahan yang paling ekonomis, dilihat harga plat galvanis lebih mahal dari triplek. Pada plat galvanis bagian dalam inkubator, plat galvanis dilapisi dengan alumunium foil dan glasswool untuk menjaga suhu di dalam inkubator tidak terserap plat galvanis dan suhu menjadi lebih stabil

Inkubator fermentasi tempe memiliki 7 rak . Setiap rak terdapat 2 tatakan tempe dengan setiap tatakan tempe dapat menampung 15 tempe. Jadi setiap raknya dapat menampung 30 tempe. Pada setiap tatakan tempe dilapisi dengan karpet yang bertujuan untuk menyerap air yang dihasilkan dari proses fermentasi pada tempe.



Gambar 3.8 Tampak samping terisi nampan

Pada bagian atas inkubator, lebih tepatnya dibagian lubang kipas exhaust ditutup menggunakan plastik agar ketika kipas exhaust tidak aktif suhu di dalam inkubator tidak keluar melalui lubang tersebut. Apabila kipas *exhaust* aktif maka plastik akan terdorong oleh tekanan angin dari kipas sehingga tidak mengganggu proses pengeluaran suhu di dalam inkubator.

Manufaktur Aplikasi Blynk

Tahapan dari rancangan aplikasi sistem pengendali suhu dan kelembapan pada inkubator tempe berbasis *android* menggunakan aplikasi Blynk, pada aplikasi Blynk terdapat beberapa *feature* yang dapat digunakan sesuai dengan fungsi dan program yang akan dibuat.



Gambar 3.15 Tampilan Aplikasi Blynk

Pada Gambar 3.15 merupakan tampilan aplikasi Blynk untuk inkubator tempe, untuk proses *control* dan monitoring pada inkubator tempe sehingga dapat divisualisasi dalam bentuk *gauge*, digit digital, dan grafik serta pengaturan suhu pada *platform* Blynk dibutuhkan beberapa langkah yaitu:

a. *Template ID* dan *Auth token*

1. Masuklah ke Blynk.Console.
2. Pilih menu “*Template*” kemudian pilih “+*New Template*”
3. Tuliskan Nama dan jenis *Device* yang akan gunakan untuk *project* kali ini. Misalnya *My Project*. Kemudian Klik *DONE*.
4. Setelah sudah, maka akan dimunculkan *template ID* dan nama *Device* yang kita akan gunakan. *Copy* dan anda sudah dapat menambahkannya ke program di Arduino IDE.
5. Selanjutnya untuk mendapatkan *Auth Token*, kita dapat klik menu *Search > Devices > My Devices*. Kemudian pilih *New Device*.
6. Pilih *From Template* untuk membuka *Device* dari dari *template*.

7. Kemudian pilih *template* yang sudah dibuat sebelumnya dan pada *Device Name*, tuliskan nama untuk *device* yang akan digunakan nantinya. Pilih *Create*.
 8. *Auth Token* sudah dimunculkan untuk *project* kali ini.
 9. Masukkan semua informasi ke dalam program Arduino IDE. Kemudian *upload* program untuk mengkoneksikan antara ESP32 dengan Blynk *Cloud*.
- b. Setting Datastream
1. Kembali ke *Template*. Kemudian klik *Template* tadi dan pilih *Datastreams*.
 2. Klik Edit pada pojok kanan atas. Kemudian pilih *New DataStream > Virtual pin*.
 3. Pilih *Datastream* dan pilih *Virtual pin* di drop menu.
 4. Setting *Datastream* seperti berikut ini.
 - a. Untuk *temperature* dengan menggunakan *virtual pin* V0, data *type* *double*, unitsnya celcius, °C, dan atur nilai MIN/MAX 0-100 sesuai dengan range suhu.
 - b. Untuk *humidity* yaitu dengan menggunakan *virtual pin* V1, data *type* *integer*, unitsnya persentase, %, dan atur nilai MIN/MAX 0-100 sesuai dengan range kelembapan.
 - c. Untuk suhu batas atas dengan menggunakan *virtual pin* V2, data *type* *double*, units Celcius, °C, dan atur nilai MIN/MAX 0-100
 - d. Untuk suhu batas atas dengan menggunakan *virtual pin* V3, data *type* *double*, units Celcius, °C, dan atur nilai MIN/MAX 0-100
 - e. Untuk tombol mode menggunakan *virtual pin* V4, dengan data *type* *integer*, unitsnya none, nilai MIN/MAX 0/1 karena unuk *high* atau *low* saja.
 - f. Untuk tombol *start* menggunakan *virtual pin* V6, dengan data *type* *integer*, unitsnya none, nilai MIN/MAX 0/1 karena unuk *high* atau *low* saja.
 - g. Untuk tombol se menggunakan *virtual pin* V7, dengan data *type* *integer*, unitsnya none, nilai MIN/MAX 0/1 karena unuk *high* atau *low* saja.

c. *Setting Dashboard Web*

Dashboard Web digunakan untuk membuat *widget* pada tampilan website, *Widget* biasanya berisi terkait controlling dan monitoring. Perhatikan caranya sebagai berikut.

1. Masuk ke *Web Dashboard*.
2. *Drag n Drop Gauge, Slider, Superchart* (grafik) dan *Button*.
3. Pilih *Setting* pada *Gauge* dan setting untuk tampilan monitoring *temperature* dan *humidity* menggunakan data stream V0 dan V1, lalu setting nama design dan warnanya, *temperature* untuk V0 dengan warna merah dan *humidity* untuk V1 dengan warna hijau.
4. Pilih *Setting* pada *Slider* dan setting untuk controlling *temperature* batas atas dan batas bawah menggunakan datastream V2 dan V3, lalu setting nama design Temp Up (suhu batas atas) untuk V2 dan Temp Down(suhu batas bawah) untuk V3
5. Pilih *Setting* pada *Button* dan setting untuk controlling mode menu otomatis dan manual menggunakan datastream V4, lalu setting dengan mode switch nama design mode menu dan labels manual dan otomatis.
6. Pilih *Setting* pada *Button* dan setting untuk controlling *Countdown Start* dan *Stop* menggunakan datastream V6, lalu setting dengan mode switch nama design *Countdown* dan labels *Start* dan *Stop*.
7. Pilih *Setting* pada *Button* dan setting untuk controlling *Countdown Set* dan *Reset* menggunakan datastream V7, lalu setting dengan mode switch nama design *Countdown* dan labels *Set* dan *Reset*.
8. Pilih *Setting* pada *Button* dan *Setting* untuk monitoring dalam bentuk grafik dengan menggunakan datastream V0 dan V1.

d. *Setting Dashboard Aplikasi Blynk di Android*

1. Buka aplikasi Play Store di android, lalu cari Blynk apps pada kolom pencarian. kemudian unduh dan instal Blynk apps tersebut, dan tunggu sampai selesai.
2. Kemudian buka aplikasinya, lalu masukan email dan password yang sudah didaftarkan.

3. Lalu buka *Switch to Developer Mode* (icon kunci inggris) dipojok kanan bawah, lalu klik garis tiga dipojok kanan atas. Pilih '+Add Template', tuliskan nama *Template* misalkan "My Project" lalu tekan *continue*.
4. Kembali ke *Template*. Kemudian klik *Template* yang telah dibuat sebelumnya dan pilih *Datastreams*.
5. Untuk memasang komponen atau *widget* yang diperlukan klik tombol '+' untuk menambahkan *widget*.
6. Pilih *widget gauge, slider, Superchart* (grafik) dan *Button*.
7. Pilih *Setting* pada *gauge, slider, superchart* (grafik) dan *button* sama seperti pada *dashboard web*.
8. Setelah *widget* terpasang sesuai dengan *datastream* yang sudah dibuat.
9. Lalu koneksikan Blynk dengan WiFi dengan mengklik garis tiga dipojok kanan atas lalu klik '+ Add New Device' -> *find devices nearby*.
10. Nyalakan WiFi dan Bluetooth lalu klik *start*, ikuti langkah selanjutnya, *choose your device*, tunggu sampai *connect*, lalu konfigurasi *ssid* dan *password* WiFi yang ingin digunakan.
11. Lalu tunggu *configuring Device connected* lalu klik *finish*
12. Setelah selesai *device* dapat digunakan.

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pada bab ini menjelaskan tentang serangkaian hasil pengujian yang dilakukan dan analisis data hasil pengujian. Pengujian bertujuan untuk mengetahui fungsi dan kinerja dari masing masing komponen dan rangkaian serta untuk mengetahui apakah *system* dapat bekerja sesuai dengan apa yang direncanakan.

4.1 Pengujian Sistem Software Komunikasi ke Blynk

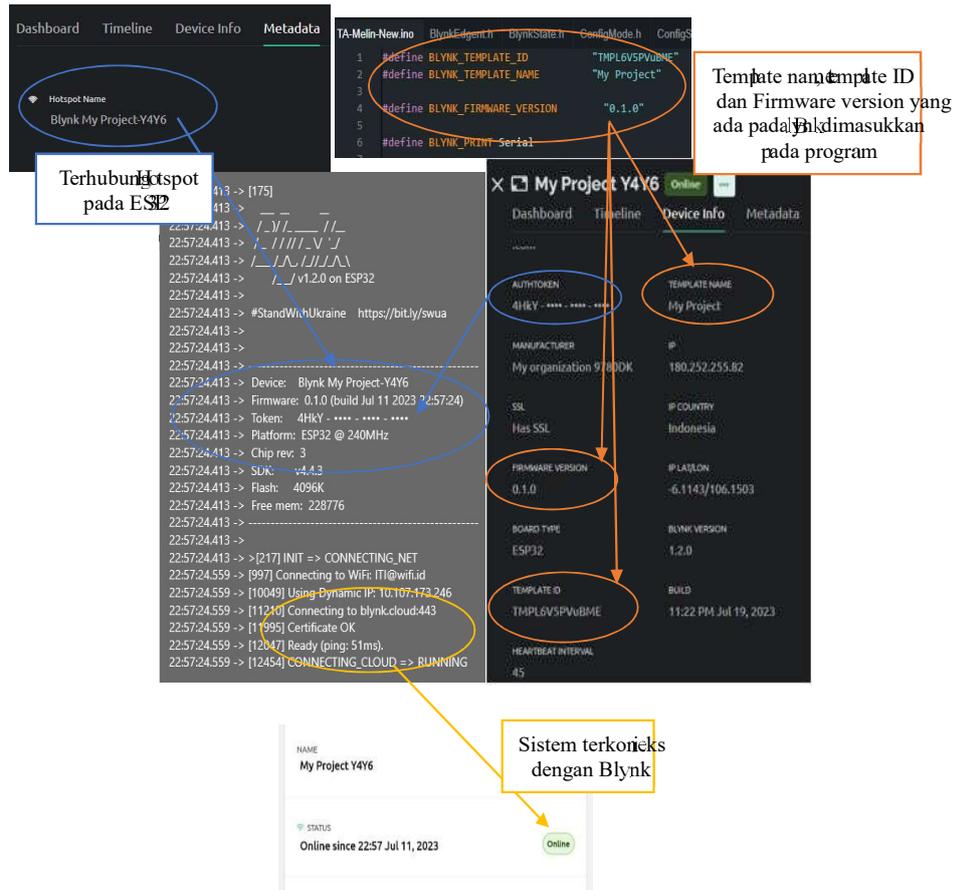
Pada pengujian ini dilakukan dengan cara mengkoneksikan sistem yang telah dibuat dengan *platform* Blynk, dan pengujian ini terdapat beberapa percobaan, percobaan tersebut meliputi pengujian koneksi jaringan sistem dengan Blynk, waktu respon pengiriman data pembacaan suhu dan kelembapan pada sensor DHT22 yang ditampilkan pada serial monitor atau *display* LCD dan pada aplikasi Blynk, pembacaan suhu yang dikirimkan dari aplikasi Blynk ke *display* LCD dan waktu respon percobaan uji coba mulai *countdown* .

4.1.1 Tujuan Pengujian

Pengujian *software* dilakukan agar pemrogram bisa mengetahui kalau suatu sistem terbebas dari kesalahan. Tujuan dilakukannya pengujian *software* untuk memeriksa apakah seluruh komponen sudah berjalan sesuai dengan diagram alir yang ada pada gambar 3.5, dan dapat dikomunikasikan dari program komponen dengan proses pemrograman IoT, menggunakan Blynk sehingga data yang diperoleh dapat divisualisaikan dalam bentuk *gauge*, grafik, dan digit digital pada *platform* Blynk, serta dapat mengkontrol dari aplikasi Blynk

4.1.2 Hasil Pengujian dan Analisa Koneksi Jaringan Sistem dengan Blynk

Pada percobaan pertama yaitu pengujian koneksi jaringan sistem dengan Blynk, pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pengujian koneksi sistem dengan Blynk



Gambar 4. 2 Hasil pengujian koneksi sistem dengan Blynk

Berdasarkan hasil pengujian, sistem berhasil terhubung dengan *platform* Blynk menggunakan WiFi sehingga hasil pembacaan data yang dilakukan oleh sensor DHT22 dapat divisualisasikan dalam bentuk *gauge*, digit digital, dan grafik seperti pada gambar 4.8.

4.1.3 Hasil Pengujian dan Analisa pembacaan nilai suhu dan kelembapan pada serial monitor dan *platform* Blynk

Pada percobaan berikutnya yaitu pembacaan nilai suhu dan kelembapan pada serial monitor atau *display* LCD, yang ditampilkan pada *platform* Blynk. pada Gambar 4.3 pembacaan suhu dan kelembapan bahwa tampilan yang berada pada *display* LCD dan *platform* Blynk sama-sama menunjukkan angka nilai suhu sebesar 27.20 °C dan nilai kelembapan sebesar 71.30% tetapi dalam *platform* Blynk menggunakan nilai integer sehingga mengalami pembulatan menjadi 71%.



Gambar 4. 3 Hasil pengujian pembacaan suhu dan kelembapan pada serial *display* dan Blynk

Percobaan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan dengan waktu setiap detik, hal ini ditujukan untuk mengetahui perbandingan atau selisih waktu pengiriman data dari alat monitoring ke aplikasi Blynk secara *realtime*. Data hasil pengujian seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil perbandingan waktu yang terbaca di *display* dan aplikasi Blynk

hasil perbandingan waktu yang terbaca di <i>display</i> dan aplikasi Blynk					
percobaan ke	waktu yang terbaca pada <i>display</i> (WIB)	waktu yang terbaca pada Blynk (WIB)	Suhu dan kelembapan di <i>display</i>	Suhu dan kelembapan di Blynk	Durasi waktu
1	23:53:00.026	23:53:00.81	30,63 C 44,27%	30,63 C 44 %	0,784
2	23:53:01.167	23:53:02.07	30,63 C 44,27%	30,63 C 44 %	0,903
3	23:53:02.345	23:53:03.12	30,67 C 44,27%	30,67 C 44 %	0,775
4	23:53:03.572	23:53:04.32	30,67 C 44,27%	30,67 C 44 %	0,748
5	23:53:04.781	23:53:05.65	30,70 C 44,23%	30,70 C 44 %	0,869
6	23:53:05.974	23:53:06.84	30,70 C 44,23%	30,70 C 44 %	0,865

7	23:53:07.162	23:53:08.12	30,67 C 44,20%	30,67 C 44 %	0,985
8	23:53:08.377	23:53:09.37	30,67 C 44,20%	30,67 C 44 %	0,993
9	23:53:09.580	23:53:10.50	30,70 C 44,20%	30,70 C 44 %	0,920
10	23:53:10.768	23:53:11.58	30,70 C 44,20%	30,70 C 44 %	0,812
Rata-Rata					0,8654

Pada pengujian didapatkan rata-rata selisih waktu pembacaan data dari *display* ke aplikasi Blynk sebesar 0.8654 s. Hal ini menunjukkan bahwa antara waktu yang terbaca pada alat dengan waktu yang dikirim pada aplikasi Blynk tergolong cepat. Tetapi cepat lambatnya data yang terkirim ke aplikasi Blynk sangat dipengaruhi oleh jaringan internet, apabila jaringan internet stabil maka data yang akan di terima oleh Blynk sama dengan waktu yang terbaca pada *display*, tetapi apabila jaringan internet kurang stabil maka data akan sedikit mengalami keterlambatan untuk mengirim data ke aplikasi Blynk.

4.1.4 Hasil Pengujian Analisa pembacaan nilai suhu pada *platform* Blynk dan *display*

Selanjutnya percobaan uji coba pada proses mode manual yaitu dengan mengklik atau menekan tombol *switch* otomatis yang ada pada antarmuka aplikasi Blynk sehingga dapat memerintahkan menjadi mode manual lalu pengguna dapat mengatur *slider* suhu batas bawah dan *slider* suhu batas atas yang diinginkan.



Gambar 4. 4 Hasil Pengujian pembacaan nilai suhu pada *platform* Blynk dan *display*

Berdasarkan Gambar 4.4 merupakan hasil pengujian, pembacaan suhu yang diatur dengan menggunakan *slider* pada antarmuka aplikasi Blynk dan *display* pada LCD sama-sama, menunjukkan pada suhu pada *Temp Up* yang diatur oleh pengguna senilai 48°C dan *Temp Down* yang diatur oleh pengguna senilai 30 °C, maka pengujian ini berhasil mengirimkan data dari Blynk ke *display* LCD/ Serial Monitor.

4.1.5 Hasil Pengujian dan Analisa waktu respon controlling mulai hitung mundur

Dan yang terakhir percobaan uji coba mulai hitung mundur dengan cara menekan atau mengklik sebuah *toggle* atau tombol *start* yang ada pada antarmuka pengguna Blynk. percobaan ini dilakukan sebanyak 10 kali yaitu dengan cara menggunakan kamera handphone yang ada vidio times hal ini ditujukan untuk mengetahui waktu respon atau selisih waktu perintah data dari aplikasi Blynk ke alat control. Data hasil pengujian seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian waktu respon controlling mulai hitung mundur

No	Waktu Kirim	Waktu Respon Countdown	Durasi(s)
1	16:56:27.21	16:56:28.18	0,97
2	16:56:51.06	16:56:52.42	1,36
3	16:57:03.20	16:57:04.31	1,11
4	16:57:15.00	16:57:16.44	1,44
5	16:57:28.41	16:57:30.85	2,44
6	16:57:38.90	16:57:40.86	1,96
7	16:57:49.28	16:57:50.85	1,57
8	16:58:12.60	16:58:14.97	2,37
9	16:58:23.77	16:58:25.12	1,35
10	16:59:01.77	16:59:03.71	1,94
Rata-rata			2

Pada pengujian didapatkan rata-rata selisih waktu perintah data dari aplikasi Blynk ke alat kontrol sebesar 2 s. Hal ini menunjukkan bahwa antara waktu perintah pada aplikasi Blynk dengan waktu yang dikirim ke alat kontrol tergolong

cepat Tetapi cepat lambatnya data yang terkirim ke aplikasi Blynk sangat dipengaruhi oleh jaringan internet, apabila jaringan internet stabil maka data yang akan di terima oleh Blynk sama dengan waktu yang terbawa pada *display*, tetapi apabila jaringan internet kurang stabil maka data akan sedikit mengalami keterlambatan untuk mengirim data ke aplikasi Blynk.

4.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

4.2.1 Tujuan Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem keseluruhan dapat membaca parameter suhu dan kelembapan pada inkubator tempe dan divisualisaikan pada *platform* Blynk dan mengontrol pada inkubator tempe dari *platform* Blynk.

4.2.2 Langkah Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan memasang komponen yang telah disusun menjadi sebuah pemanfaatan sistem IoT berbasis ESP32 untuk *remote control* pada inkubator tempe. Alat dan bahan yang akan dibutuhkan pada pengujian ini yaitu:

1. Inkubator Tempe
2. Android atau perangkat keras komputer yang di lengkapi perangkat lunak Blynk.
3. Jaringan Internet

Langkah-langkah pengujian sistem secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pengujian ini
2. Hubungkan inkubator tempe pada sumber tegangan.
3. Masukkan tempe yang sudah siap difermentasi kedalam inkubator tempe.
4. Hubungkan inkubator tempe dan gawai pada jaringan internet.
5. Buka *platform* Blynk untuk melihat *gauge*, digit angka digital, dan grafik dari pembacaan sistem.
6. Lakukan pengujian selama 20 jam

4.2.3 Hasil Pengujian dan Analisa Sistem Secara Keseluruhan

Data hasil pengujian sistem secara keseluruhan pada alat inkubator tempe menggunakan sebanyak 10 buah dan dimonitoring secara berkala setiap satu jam berdasarkan suhu dan kelembapannya, maka dapat dilihat hasil secara keseluruhan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian inkubator tempe selama 20 jam

No	Waktu (WIB)	Suhu dan Kelembapan (Blynk)	
		Suhu (°C)	Kelembapan (%)
1	20.41	30,30	50
2	21.41	32,50	44
3	22.41	32,80	42
4	23.41	32,23	42
5	00.41	32,46	39
6	01.41	31,94	39
7	02.41	32,47	37
8	03.41	32,50	36
9	04.41	32,57	36
10	05.41	32,38	35
11	06.41	32,18	35
12	07.41	31,90	35
13	08.41	30,71	36
14	09.41	30,57	37
15	10.41	31,77	35
16	11.41	32,10	35
17	12.41	32,12	35
18	13.41	31,57	36
19	14.41	31,41	36
20	15.41	31,12	37
Rata-rata		31,88	37,85

Pada pengujian didapatkan hasil rata-rata suhu sebesar 31,88 °C dan kelembapan 37,85 %, suhu yang terjaga selama proses fermentasi tempe yaitu 31 °C-33 °C dengan diatur *countdown* selama 20 jam. Pengujian dilakukan pada jam 20.41 WIB dan selesai pada jam 15.41 WIB.

Tabel 4.4 Pengujian sistem inkubator tempe selama 20 jam

Pengujian	Kondisi
-----------	---------

	Koneksi	<i>Countdown</i>	Buzzer	Sistem
07/15/23 8:41:48 PM	Online	On	Off	On
07/16/23 4:32:06 AM	Offline	On	Off	On
07/16/23 4:32:06 AM	Online	On	Off	On
07/16/23 3:42:43 PM	Offline	Off	On	Off

Data hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 Pengujian sistem inkubator tempe selama 20 jam terkoneksi atau terhubung dengan Blynk dan WiFi, dan *Countdown* berjalan sesuai dengan waktu yang telah di setiing, setelah *countdown* selesai kondisi buzzer menyala dan sistem mati.



Gambar 4.5 Hasil fermentasi tempe pada inkubator tempe

Gambar 4.5 Dari pengujian keseluruhan menggunakan tempe yang dilakukan, hasil tempe yang difermentasi dengan menggunakan inkubator dengan inkubator tempe dibandingkan dengan tempe konvensional.

4.3 Pengujian Fisik Tempe

Tujuan pengujian fisik tempe untuk mengetahui kualitas tempe berdasarkan kondisi fisik dari bau dan warna serta kondisi tekstur tempe, apakah sesuai dengan kriteria yang ditentukan pada Tabel 2.1 Kriteria mutu tempe berdasarkan SNI 3144:2009. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel tempe dari hasil fermentasi pabrik konvensional dan inkubator tempe pada suhu 31°C.

4.3.1 Pengujian Warna Tempe

Pengujian warna tempe dilakukan untuk membandingkan warna tempe hasil pengujian yang proses fermentasinya menggunakan alat inkubator dengan tempe konvensional

Bagian pertama dari pengujian ini fokus pada pengamatan terhadap warna tempe. Analisis warna tempe menjadi penting karena dapat memberikan indikasi visual mengenai tingkat kematangan dan kualitas bahan baku yang digunakan. Tabel 4.5 disajikan untuk memudahkan perbandingan antara warna tempe hasil fermentasi menggunakan inkubator dengan tempe konvensional. Dengan memperhatikan kriteria mutu tempe yang diatur dalam SNI 3144:2009, hasil pengujian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang komprehensif tentang apakah inkubator tempe mampu menghasilkan produk dengan kualitas yang setara atau bahkan lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional. Analisis selanjutnya akan melibatkan parameter bau dan tekstur tempe, sehingga dapat memberikan gambaran lengkap tentang kualitas fisik tempe pada kondisi pengujian yang berbeda.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, warna tempe hasil pengujian yang proses fermentasinya menggunakan alat inkubator lebih putih dan pertumbuhan jamur kapangnya lebih merata dibandingkan dengan tempe konvensional. Dari perbandingan yang dilakukan, dapat dipastikan bahwa tempe yang diproses menggunakan inkubator fermentasi tempe lebih baik, dikarenakan pertumbuhan jamur kapang yang lebih bersih dan merata.

4.3.2 Pengujian Tekstur tempe

Pengujian yang dilakukan, tempe hasil pengujian yang proses fermentasinya menggunakan alat inkubator memiliki tekstur lebih padat dibandingkan dengan tempe konvensional. Dari perbandingan tersebut dapat dipastikan bahwa tempe yang diproses menggunakan alat inkubator memiliki kualitas yang lebih baik dari segi kepadatan tekstur tempe dibanding tempe konvensional. Hasil dari uji fisik tempe dapat memenuhi standar SNI dari tempe sesuai dengan yang ditetapkan pada SNI 3144:2009. Hal ini menjelaskan bahwa tempe hasil inkubator sesuai dan dapat dikonsumsi dengan mendapatkan hasil normal.

4.4 Uji Mutu Tempe

Tujuan pengujian nilai mutu tempe dilakukan untuk mengetahui nilai kadar mutu tempe sesuai dengan syarat mutu tempe SNI 3144:2009 pada pengujian ini dilakukan uji proksimat tempe yaitu kadar air, abu, lemak dan protein pada tempe. Sampel yang diambil berjumlah 4 sampel, satu sampel dari pabrik konvensional dan 3 sampel dari inkubator dengan kondisi suhu set poin berbeda yaitu 31,33 dan 35.

Uji nilai mutu tempe hasil fermentasi dari inkubator dan pabrik dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi ITI dengan hasil pada tabel 4.7 dibawah ini .

Tabel 4. 7 Hasil uji mutu tempe

Kandungan	Tempat Fermentasi		
	SNI Tempe	Tempe Pabrik	Tempe Inkubator suhu 31°C

Kadar Air (%)	Maks. 65	65,869	66,718
Kadar Abu (%)	Maks. 1,5	0,536	0,442
Kadar Lemak (%)	Min. 10	2,042	1,837
Kadar protein (%)	Min. 16	23,945	23,245
Kadar Karbohidrat (%)	-	7,477	7,589

Tabel 4.7 menyajikan hasil uji mutu tempe yang dilakukan di berbagai tempat fermentasi, dengan perbandingan terhadap standar SNI tempe. Tempe inkubator pada suhu 33°C menarik perhatian karena menunjukkan kualitas yang menonjol. Dalam konteks standar SNI tempe, kadar air tempe inkubator suhu 33°C mencapai 64,010%, mendekati batas maksimal 65%. Meskipun mendekati batas maksimal, hal ini masih berada dalam kisaran yang diterima. Selain itu, tempe ini memenuhi standar SNI dalam hal kadar abu dengan persentase sebesar 0,632%, berada di bawah batas maksimal 1,5%. Tempe inkubator suhu 33°C memiliki kadar lemak sebesar 2,273%, menjadi yang tertinggi dibandingkan tempat fermentasi lainnya, namun tetap di bawah batas minimum 10% yang ditetapkan oleh SNI. Sebaliknya, kadar protein tempe inkubator suhu 33°C menonjol dengan mencapai 24,251%, melebihi standar minimum SNI sebesar 16%. Ini menunjukkan potensi tempe ini sebagai sumber protein yang lebih tinggi. Selain itu, tempe inkubator suhu 33°C juga menunjukkan kadar karbohidrat yang signifikan, yaitu sebesar 8,706%.

Dengan demikian, hasil uji mutu menyediakan wawasan yang mendalam tentang potensi peningkatan kualitas tempe, terutama untuk meningkatkan kandungan protein dan memahami karakteristik nutrisi lainnya. Informasi ini dapat menjadi dasar penting dalam upaya pengembangan produksi tempe yang lebih optimal.

BAB V PENUTUP

berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. ESP32 yang digunakan sebagai mikrokontroler pada pemanfaatan sistem IoT berbasis ESP32 untuk *remote control* pada inkubator tempe ini dapat berfungsi dan bekerja dengan baik dengan memperoleh tegangan pada kondisi *high* sebesar 2,69 volt dan tegangan pada kondisi *low* sebesar 0 volt.
2. Platform Blynk dapat terkoneksi dengan Blynk dengan terkoneksi WiFi dan dapat memonitoring dengan menampilkan pembacaan data dalam bentuk *gauge*, digit angka digital, dan grafik, serta Blynk dapat mengatur suhu batas atas dan suhu batas bawah, serta dapat mengontrol mulainya *countdown*.
3. Pada pengiriman data rata-rata selisih waktu pembacaan data dari *display* ke aplikasi Blynk sebesar 0.8654 s. rata-rata selisih waktu perintah data dari aplikasi Blynk ke alat kontrol sebesar 2 s. Hal ini menunjukkan bahwa waktu pengiriman dan waktu perintah dapat dikatakan cepat. Tetapi cepat lambatnya data yang terkirim ke aplikasi Blynk sangat dipengaruhi oleh jaringan internet.
4. Pengujian keseluruhan berhasil dilakukan dengan hasil Pengujian sistem inkubator tempe selama 20 jam terkoneksi atau terhubung dengan Blynk dan WiFi, dan *Countdown* berjalan sesuai dengan waktu yang telah di setting, setelah *countdown* selesai kondisi buzzer menyala dan sistem mati.
5. Perbandingan hasil tempe yang diproses dengan inkubator fermentasi tempe dengan tempe pengrajin konvensional meliputi perbedaan dari hasil uji mutu pada tempe dan kondisi fisik tempe.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvina, A., & Hamdani, D. (2019). PROSES PEMBUATAN TEMPE TRADISIONAL. *Jurnal Pangan Halal*, 9-12.
- Ajifahreza. (2019, April 24). *Pengertian Arduino Mega2560*. Retrieved from <https://www.ajifahreza.com/2019/04/pengertian-arduino-mega2560.html>
- Aris, E. (2022). *Pengertian dan Penjelasan tentang RTC (Real Time Clock)*. Retrieved from edukasielektronika:
- Aulia, R. (2021). PENGENDALIAN SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN MENGGUNAKAN FAN DAN DHT11 BERBASIS ARDUINO.
- Budi. (2014). Sistem Kontrol Loop Terbuka dan Sistem Kontrol Loop Tertutup.
- elektrologi. (2017, Juli 29). *mengukur daya pemanas air*. Retrieved from elektrologi: <https://elektrologi.iptek.web.id/mengukur-daya-pemanas-air/>
- Elektrologi, A. (2020, Agustus 17). *Kekurangan Arduino Mega 2560*. Retrieved from <https://elektrologi.iptek.web.id/kekurangan-arduino-mega-2560/>
- Efendi, Y. (2018). *INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE*. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 19-26.
- Faudin, A. (2017, September 16). *Cara mengakses modul display LCD 16x2*. Retrieved from Nyebar Ilmu: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-modul-display-lcd-16x2/>
- Hariri, R., Novianta, M., & Kristiyana, S. (2019). PERANCANGAN APLIKASI BLYNKUNTUK MONITORINGDAN KENDALI PENYIRAMAAN TANAMAN. *Jurnal Elektrikal*, 1-10.
- Hidayatullah, S. S. (2018). *FUNGSI POTENSIOMETER DAN JENIS JENIS POTENSIOMETER*. Retrieved from belajaronline: <https://www.belajaronline.net/2020/07/fungsi-potensiometer-dan-jenis-jenis-potensiometer.html>
- Intern, D. (2020, September 16). *Apa itu Database? Contoh Produk dan Fungsinya*. Retrieved from Dicoding: <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-database/>
- Perdana Kristiyabudi, H. N. (2016). SISTEM KENDALI *REMOTE CONTROL* MINI-BLIMP MENGGUNAKAN ANDROID SMARTPHONE DENGAN KOMUNIKASI BLUETOOTH BERBASIS MIKROKONTROLER. *SKRIPSI*.
- PUSIDO. (2012). Tempe: Persembahan Indonesia untuk Dunia. *Badan Standardisasi Nasional* (p. ii+17). Jakarta: BSN.

- Suknia, S. L., & Ducha Rahmani, T. P. (2020). PROSES PEMBUATAN TEMPE HOME INDUSTRY BERBAHAN DASAR KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merr) DAN KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.) DI CANDIWESI, SALATIGA . *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, Volume 03, No. 01.
- Sunarto Putra, G. F. (2022). *IMPLEMENTASI IOT(INTERNET OF THINGS) PADA PROTOTIPE INKUBATOR FERMENTASI TEMPE*. Tangerang Selatan: Skripsi.
- Suriana, I., Setiawan, I. A., & Graha, I. S. (2021). Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Punia berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram. *Jurnal Ilmiah TELSINAS*, Volume 4, No. 2 11-20.
- Toriana, A. (2021). *OPTIMALISASI FERMENTASI TEMPE DENGAN MESIN INKUBATOR*.