



MONITORING SUHU DAN VOLUME PADA SISTEM PASTEURISASI

SUSU BERBASIS MQTT



TUGAS AKHIR

**Program Studi
S1 TEKNIK KOMPUTER**

**UNIVERSITAS
Dinamika**

Oleh:

YOGA AGUSTYAN ADI MIRMANTO

19410200016

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

2023

**MONITORING SUHU DAN VOLUME PADA SISTEM PASTEURISASI
SUSU BERBASIS MQTT**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Teknik**



**UNIVERSITAS
Dinamika**

Disusun Oleh:

**Nama : Yoga Agustyan Adi Mirmanto
NIM : 19410200016
Program Studi : S1 Teknik Komputer**

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA**

2023

Tugas Akhir

MONITORING SUHU DAN VOLUME PADA SISTEM PASTEURISASI SUSU BERBASIS MQTT

Dipersiapkan dan disusun oleh
Yoga Agustyan Adi Mirmanto
NIM: 19410200016

Telah diperiksa, dibahas dan disetujui oleh Dewan Pembahas
Pada: 2 Agustus 2023

Susunan Dewan Pembahas

Pembimbing:

I. **Hariato, S.Kom., M.Eng.**
NIDN: 0722087701

II. **Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.**
NIDN: 0729047501

Pembahas:

I. **Musayyanah, S.ST., M.T.**
NIDN: 0730069102

cn=Hariato Harianto,
o=Universitas Dinamika, ou=Prodi
S1 Teknik Komputer,
email=harig@dinamika.ac.id, c=ID
2023.08.02 15:11:38 +07'00'

cn=Pauladie Susanto, o=FTI Undika,
ou=Prodi S1 TK,
email=pauladie@dinamika.ac.id,
c=ID
2023.08.03 09:19:33 +07'00'

Digitally signed by Musayyanah
DN: cn=Musayyanah,
o=Universitas Dinamika, ou=S1
Teknik Komputer,
email=musayyanah@dinamika.ac.i
d, c=ID
Date: 2023.08.03 11:46:30 +07'00'
Adobe Acrobat Reader version:
2023.003.20244

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana



Digitally signed by
Universitas Dinamika
Date: 2023.08.04
11:00:31 +07'00'

Tri Sagirani, S.Kom., M.MT.
NIDN: 0731017601

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika
Universitas Dinamika

“Small change can make a big difference”

~ Yoga Agustyan~



UNIVERSITAS
Dinamika



Di kesempatan ini, penulis ucapkan terima kasih untuk seluruh anggota Keluarga berkat dukungan dan doa terbaik yang sudah diberikan kepada penulis. penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman dan semua orang yang selalu hadir untuk memberi bantuan, dukungan, kontribusi, serta semangat kepada penulis dalam upaya untuk selalu belajar dan menjadi lebih baik.

**PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Sebagai mahasiswa **Universitas Dinamika**, Saya :

Nama : **Yoga Agustyan Adi Mirmanto**
NIM : **19410200016**
Program Studi : **S1 Teknik Komputer**
Fakultas : **Fakultas Teknologi dan Informatika**
Jenis Karya : **Tugas Akhir**
Judul Karya : **MONITORING SUHU DAN VOLUME PADA SISTEM
PASTEURISASI SUSU BERBASIS MQTT**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, Saya menyetujui memberikan kepada **Universitas Dinamika** Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas seluruh isi/sebagian karya ilmiah Saya tersebut diatas untuk disimpan, dialihmediakan, dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut diatas adalah hasil karya asli Saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya, atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini semata-mata hanya sebagai rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka Saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiasi pada karya ilmiah ini, maka Saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kejarjanaan yang telah diberikan kepada Saya.

Surabaya, 19 Juni 2023



Yoga Agustyan Adi Mirmanto
NIM : 19410200016

ABSTRAK

Susu merupakan nutrisi penting untuk kebutuhan gizi manusia. Salah satu jenis susu yang sering dikonsumsi oleh manusia yaitu susu sapi. Untuk memastikan susu sapi dapat dikonsumsi dengan aman oleh manusia maka diperlukan proses pemasakan atau yang umum dikenal dengan pasteurisasi. Dalam proses pasteurisasi susu ini, salah satu hal yang penting untuk dipantau yaitu suhu susu ketika diproses. Namun pada praktiknya, pemantauan suhu susu ini masih dilakukan secara manual melalui alat pasteurisasi. Sehingga cukup membutuhkan waktu apabila seseorang memantau alat pasteurisasi dengan jumlah lebih dari satu alat. Pada penelitian pasteurisasi ini, penulis menggunakan fungsi *Internet of Things* untuk melakukan monitoring suhu susu dan volume susu yang diolah menggunakan protokol MQTT dan menggunakan metode *publisher* dan *subscriber* dimana mikrokontroler pada alat pasteurisasi berfungsi sebagai *publisher* yaitu mengirimkan data ke MQTT dan *handphone* orang yang memantau alat pasteurisasi berfungsi sebagai *subscriber*. Serta penulis menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai komponen untuk melakukan deteksi dan perhitungan volume susu yang sedang diolah. Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa sensor ultrasonik memiliki tingkat eror sebesar 9,1% untuk mendeteksi ketinggian susu, sedangkan untuk mendeteksi volume rata – rata eror yang didapatkan sebesar 12,4%. Untuk pengiriman data hasil pembacaan sensor dari mikrokontroler ke *handphone* melalui MQTT didapatkan hasil bahwa MQTT dapat menerima data dengan rata – rata selisih jeda waktu sebesar 1,24 detik.

Kata Kunci : *Pasteurisasi susu, MQTT, Monitoring, Internet of Things, Volume*

KATA PENGANTAR

Puji syukur, penulis ucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, oleh berkat kasih dan kekuasaan-Nya, penulis berhasil menyelesaikan laporan Tugas Akhir berjudul "Monitoring Suhu Dan Volume Pada Sistem Pasteurisasi Susu Berbasis MQTT". Penulis ucapkan banyak terima kasih kepada setiap pihak yang telah memberikan motivasi dan dukungan sepanjang proses pengerjaan Tugas Akhir ini serta penulisan laporannya:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat mengerjakan laporan Tugas Akhir.
2. Keluarga, yang selalu memberikan dukungan penuh sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., sebagai Ketua Program Studi S1 Teknik Komputer Universitas Dinamika.
4. Bapak Harianto, S.Kom., M.Eng., sebagai Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberi dukungan dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir beserta ini.
5. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., sebagai Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan dukungan dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir beserta laporan ini.
6. Ibu Musayyanah, S.ST., M.T., sebagai Dosen Pembahas yang senantiasa memberi bimbingan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh sahabat S1 Teknik Komputer angkatan 2019 yang memberikan semangat dan memberikan motivasi kepada penulis selama proses mengerjakan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap bahwa laporan ini bisa memberi manfaat dan pengetahuan yang berharga bagi para pembaca.

Surabaya, 15 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Internet.....	4
2.2 <i>Internet of Things</i>	4
2.3 MQTT Broker	4
2.4 Pasteurisasi.....	5
2.5 Tabung	6
2.6 <i>Arduino IDE</i>	6
2.7 NodeMCU ESP32.....	7
2.8 Sensor Suhu DS1820	7
2.9 <i>Flame Sensor</i>	8
2.10 Servo MG995.....	10
2.11 Motor DC.....	11
2.12 Relay	11
2.13 Sensor Ultrasonik.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Perancangan Perangkat Keras.....	14

3.2	<i>Flowchart</i> Keseluruhan.....	15
3.3	Perancangan Skematik.....	17
3.3.1	Rangkaian Skematik Sensor Ultrasonik	17
3.4	Konversi pembacaan Sensor Ultrasonik	18
3.5	Perancangan Mekanik.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		20
4.1	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mendeteksi Ketinggian Susu.....	20
4.1.1	Peralatan Yang Dibutuhkan untuk Pengujian Ketinggian Susu	20
4.1.2	Cara Pengujian Ketinggian Susu	20
4.1.3	Hasil Pengujian Ketinggian Susu	21
4.2	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mengukur Volume Susu.....	23
4.2.1	Peralatan Yang Dibutuhkan Untuk Pengujian Volume Susu	23
4.2.2	Cara Pengujian Volume Susu.....	23
4.2.3	Hasil Pengujian Volume Susu	24
4.3	Tujuan Pengujian Suhu	26
4.3.1	Peralatan Yang Dibutuhkan untuk Pengujian Sensor Suhu	26
4.3.2	Cara Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	26
4.3.3	Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	27
4.4	Pengujian Pengiriman Data Melalui MQTT.....	28
4.4.1	Peralatan yang Dibutuhkan untuk Pengujian Pengiriman Data Melalui MQTT	28
4.4.2	Cara Pengujian Pengiriman Data Melalui MQTT.....	28
4.4.3	Hasil Pengujian Pengiriman Data Ke MQTT.....	29
4.5	Pengujian NodeMCU ESP32 Terkoneksi Ke Internet.....	30
4.5.1	Peralatan yang Dibutuhkan untuk Pengujian koneksi ke internet	31
4.5.2	Cara Pengujian Koneksi NodeMCU ESP32 Ke Internet	31
4.5.3	Hasil Pengujian Koneksi Ke Internet	31
BAB V PENUTUP.....		33

5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
BIODATA PENULIS	48



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 MQTT	5
Gambar 2. 2 NodeMCU ESP32	7
Gambar 2.3 Sensor suhu DS18B20.....	8
Gambar 2.4 Alat Flame Sensor	9
Gambar 2.5 Flame Sensor	9
Gambar 2.6 Servo motor MG995.....	10
Gambar 2.7 Motor DC	11
Gambar 2.8 Relay.....	11
Gambar 2.9 Sensor Ultrasonik	12
Gambar 3.1 Model Perancangan Hardware	14
Gambar 3.2 Flowchart Halaman 1	15
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Halaman 2.....	16
Gambar 3.4 Rangkaian Ultrasonik.....	17
Gambar 3.5 Rancangan bagian depan alat pasteurisasi susu	19
Gambar 3.6 Rancangan sensor ultrasonik.....	19
Gambar 4.7 Pengujian Volume Susu	23
Gambar 4.8 Pengujian Suhu.....	26
Gambar 4.9 Pengiriman Data Ke MQTT	28
Gambar 4.10 Pengujian Koneksi Ke Internet	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 spesifikasi sensor suhu DS18B20	8
Tabel 2. 2 spesifikasi flame sensor	10
Tabel 2. 3 spesifikasi motor servo MG995	10
Tabel 2. 4 pin sensor ultrasonik	13
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian ketinggian susu	21
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Volume Susu	24
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian sensor suhu DS18B20.....	27
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kirim Data Ke MQTT	29
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Koneksi Ke Internet.....	31



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Source Code Program.....	39
Lampiran 2. Bukti Cek Plagiasi Buku TA	44
Lampiran 3. Form Bimbingan.....	47



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu merupakan nutrisi penting untuk kebutuhan gizi manusia. Salah satu jenis susu yang umum dikonsumsi oleh manusia yaitu susu sapi. Susu sapi memiliki kandungan banyak kandungan gizi seperti Protein, Kalsium, Vitamin A, Vitamin B, Vitamin D, Kalori, lemak, fosfor, dan zat besi (Hariono et al., 2021).

Walaupun punya banyak kandungan gizi yang bermanfaat bagi Kesehatan manusia, susu sapi yang masih mentah rentan terhadap bakteri yang menyebabkan susu sapi mudah basi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan susu sedemikian rupa untuk meningkatkan mutu dan umur simpan susu. Salah satu cara untuk mengoptimalkan susu tersebut adalah dengan menggunakan metode pasteurisasi.

Dalam proses pasteurisasi, salah satu hal yang penting untuk diperhatikan yaitu suhu, dimana untuk melakukan proses pasteurisasi, suhu susu yang dimasak harus dipastikan stabil agar mikroba perusak susu dapat dibasmi dan kandungan nutrisi dalam susu dapat tetap terjaga. Oleh karena itu suhu susu harus terus dipantau agar menghasilkan kualitas susu yang baik. Namun pada praktiknya, untuk memantau suhu susu yang sedang dimasak, masih harus dilihat secara langsung pada alat pasteurisasinya, sehingga cukup merepotkan apabila harus terus menerus berada di dekat alat pasteurisasi terus menerus hanya untuk memastikan alatnya berjalan dengan baik atau tidak, serta apabila pada sebuah tempat produksi terdapat lebih dari satu alat pasteurisasi yang beroperasi secara bersamaan, maka akan memakan waktu apabila melihat satu per satu alat yang sedang bekerja, dan apabila sebuah industri pengolahan susu memiliki target produksi tertentu, diperlukan sebuah sistem untuk menghitung berapa banyak susu yang sedang diolah agar dapat dikalkulasikan berapa banyak susu yang diolah dalam setiap prosesnya sehingga pemilik tempat produksi dapat memantau apakah tempat produksinya dapat memenuhi target produksinya atau tidak, oleh karena itu untuk memberi solusi dari permasalahan tersebut, diperlukan sebuah sistem yang dapat memantau jalannya sistem pasteurisasi dari jarak jauh serta dapat mendeteksi berapa banyak volume susu yang sedang diolah. Pada penelitian terdahulu telah menerapkan sistem monitoring

ketinggian dan volume air pada sebuah tangki penampungan air menggunakan sensor ultrasonik (Rian Saputra & Juliasari, 2016). Salah satu solusi dari permasalahan yang telah dijabarkan yaitu dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Thing* (IoT) untuk dapat memantau jalannya sistem dari manapun asal terkoneksi dengan internet.

Pada penelitian sebelumnya, beberapa percobaan telah menerapkan pengendalian sistem kontrol PID untuk mengatur temperatur susu pada alat pasteurisasi, pemantik kompor yang dinyalakan dari perintah *flame sensor*, namun data dari sistem tersebut hanya bisa dilihat secara langsung dari alatnya (Febriansyah, 2023). Oleh karena itu, pada penelitian ini, menghubungkan sistem alat pasteurisasi susu dengan internet untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor dengan menggunakan protokol MQTT, serta menambahkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi volume susu yang sedang diolah.

Pada penelitian ini, penulis membangun alat pasteurisasi susu dengan sistem kontrol otomatis dan terintegrasi dengan MQTT agar data hasil pembacaan sensor dapat dipantau dari manapun menggunakan koneksi internet.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan, masalah dalam tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengukur volume susu yang sedang diolah menggunakan sensor ultrasonik?
2. Bagaimana mengukur keakuratan pembacaan sensor ultrasonik dalam menentukan volume susu yang sedang diolah?
3. Bagaimana mengirimkan data pembacaan sensor ke *gadget* menggunakan MQTT?

1.3 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini, pembahasan masalah dibatasi pada hal - hal berikut:

1. Penelitian ini tidak mengobservasi pemantik api pada *flame sensor*.
2. Penelitian ini berfokus pada deteksi volume susu dengan sensor ultrasonik dan memonitoring sistem secara jarak jauh.

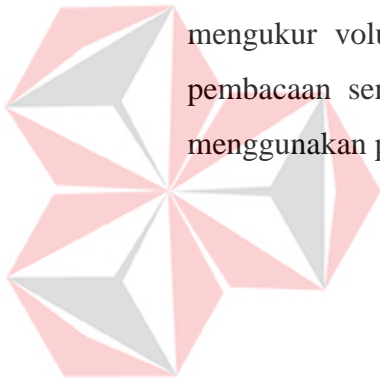
1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, maka tujuan pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengukur volume susu yang sedang diolah menggunakan sensor ultrasonik. Agar diketahui berapa volume susu yang sedang diolah.
2. Untuk mengukur tingkat keakuratan sensor ultrasonik dalam mendeteksi volume susu yang diolah.
3. Mengirim data hasil pembacaan sensor suhu dan sensor ultrasonik menggunakan MQTT agar dapat dipantau dari manapun dari *gadget*.

1.5 Manfaat

Dalam Tugas Akhir ini diperoleh manfaat untuk menerapkan sistem kendali otomatis pada pasteurisasi susu untuk melakukan monitoring suhu pada susu, mengukur volume susu yang sedang diolah. Serta data yang dihasilkan dari pembacaan sensor pada sistem dapat dipantau dari manapun melalui internet menggunakan protokol MQTT.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Internet

Internet adalah pusat dari semua jaringan komunikasi perangkat gadget di mana sebuah perangkat dapat saling terhubung antara satu sama lain. Internet, yang berasal dari bahasa latin "inter", yang berarti "antara", adalah jaringan yang terdiri dari banyak perangkat yang berkomunikasi di seluruh dunia.

Internet dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti mengakses informasi, melakukan transaksi, seperti berbelanja, dan mencari hiburan.

2.2 *Internet of Things*

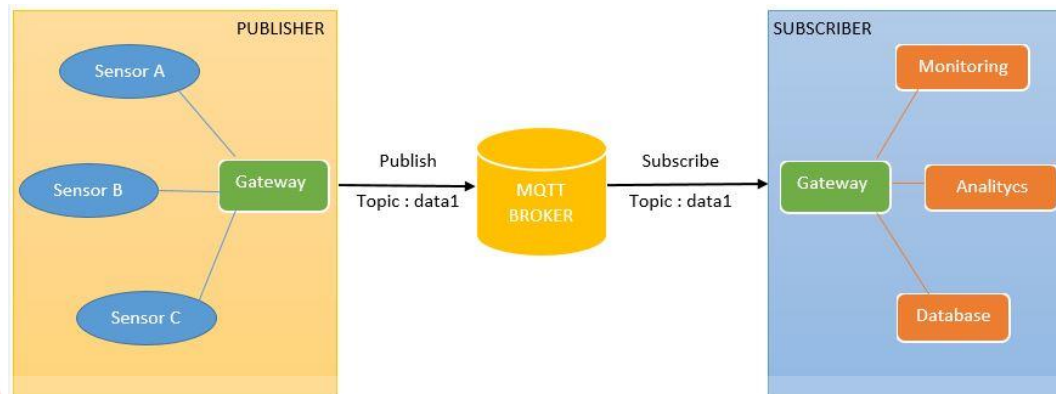
Internet of Things merupakan sebuah konsep dimana sebuah objek mampu untuk mentransmisikan data melalui media internet. *Internet of Things* mengintegrasikan banyak hal dengan internet. Cara kerja sistem IoT yaitu melakukan pengumpulan dan pertukaran data yang dilakukan secara real-time, dimana dalam IoT terdapat tiga komponen yaitu yang pertama adalah perangkat pintar, dimana perangkat ini melakukan pengumpulan data dari lingkungan dan mengirim data melalui internet. Yang kedua yaitu aplikasi IoT, aplikasi IoT yaitu perangkat lunak yang mengintegrasikan data yang diterima dari berbagai perangkat IoT. Dan yang terakhir yaitu antarmuka pengguna, Perangkat IoT dapat dikelola melalui antarmuka pengguna grafis. Contoh umumnya yaitu aplikasi atau situs web yang dapat digunakan untuk mendaftarkan dan mengontrol perangkat pintar.

2.3 MQTT Broker

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) adalah sebuah protokol yang berjalan di atas TCP/IP dan dimaksudkan untuk memungkinkan komunikasi mesin ke mesin tanpa alamat khusus. Publish dan subscribe data adalah fitur sistem kerja MQTT. Selain itu, saat digunakan, perangkat akan terhubung ke sebuah broker yang berfokus pada topik tertentu.

Publish yaitu suatu perangkat untuk mengirim data ke *subscribers*. *Subscribe* yaitu cara perangkat untuk menerima data dari *publisher*, *subscriber* ini

nantinya yang akan meminta data dari *publisher*. *Broker* MQTT berguna untuk mengatur data *publish* dan *subscribe* dari bermacam perangkat, atau dengan kata lain *broker* dapat dianggap sebagai *server* dengan alamat IP tertentu. Topik merupakan label atau pengelompokan data tertentu yang akan dikirimkan *publisher* kepada *subscriber*.



Gambar 2. 1 MQTT (Saputra et al., 2017)

2.4 Pasteurisasi

Pasteurisasi adalah proses yang melibatkan proses pemanasan pada suhu tinggi untuk membunuh bakteri dan mikroorganisme tertentu sambil mengurangi pemecahan protein. Untuk memperpanjang umur simpan susu, pasteurisasi diproses dengan dua metode: *Low Temperature Long Time* (LTLT) pada suhu 61°C selama 30 menit atau *High Temperature Short Time* (HTST) pada suhu 72°C selama 15 detik. Pasteurisasi diikuti dengan pendinginan hingga 4°C.

Pasteurisasi adalah proses pemanasan yang membunuh bakteri dalam makanan, dan kemudian diproses dan disimpan dalam kondisi untuk mencegah tumbuhnya bakteri. Ini terjadi pada susu untuk membunuh bakteri patogen. Pasteurisasi dilakukan untuk beberapa tujuan, yaitu:

1. Membunuh beberapa vegetatif tertentu yang bersifat pathogen.
2. Mematikan Enzim yang menyebabkan susu cepat rusak.
3. Memperpanjang ketahanan dan umur simpan susu.

2.5 Tabung

Silinder atau tabung adalah bentuk geometris tiga dimensi yang terdiri dari dua lingkaran paralel dan persegi panjang yang melingkupinya. Di kehidupan sehari-hari, tabung digunakan untuk berbagai macam keperluan. Beberapa contoh benda yang berbentuk tabung yaitu seperti botol, panci, dan tangki. Tabung yang ada di kehidupan sehari – hari memiliki berbagai ukuran oleh karena itu diperlukan sebuah rumus untuk menghitung berapa banyak volume yang dimiliki oleh sebuah tabung. Rumus volume tabung digunakan untuk menentukan seberapa banyak volume yang dimiliki sebuah tabung dengan ukuran tertentu. Perhitungan volume tabung dapat dilihat dari Persamaan (1) :

$$V = \pi x r^2 x t \quad (1)$$

Dengan :

V adalah Volume dengan satuan centimeter kubik (cm^3)

Π (pi) dengan nilai $22/7$ atau $3,14$

r yaitu jari – jari dari lingkaran pada alas maupun tutup tabung dalam satuan centimeter (cm)

t yaitu ketinggian tabung dalam satuan centimeter (cm)

2.6 Arduino IDE

Software penulisan program yang disebut Arduino IDE memungkinkan Anda melakukan tugas-tugas yang dibenamkan pada perangkat pengembangan terintegrasi, serta mengkompilasi dan mengupload program ke board arduino. Istilah "Arduino IDE" mengacu pada istilah "lingkungan pengembangan terintegrasi". Pemrograman C untuk Arduino adalah bahasa pemrograman C yang telah dimodifikasi yang digunakan oleh Arduino.

Bahasa program Arduino IDE telah dimodifikasi untuk mempermudah pemula menulis pemrograman dari bahasa aslinya. Arduino IDE didasarkan pada bahasa pemrograman Java yang dilengkapi dengan pustaka C/C++ yang umumnya dikenal dengan *wire* untuk memudahkan operasi *input* dan *output*.

2.7 NodeMCU ESP32

NodeMCU Modul ESP32 adalah prototipe mikrokontroler yang simpel juga mudah diprogram dari Arduino IDE. NodeMCU mirip dengan *board* Arduino yang terhubung ke ESP32. Di dalam NodeMCU, ESP32 terintegrasi pada sebuah board yang menggabungkan beberapa fungsi seperti mikrokontroler dan akses WiFi serta perangkat komunikasi berupa USB-serial.

NodeMCU ESP32 terdapat 48 GPIO pin dan rincian spesifikasi periferil : 18 Analog-to-Digital Converter (ADC) Channels; 3 SPI Interfaces; 3 UART Interfaces; 2 IC Interfaces; 16 PWM Output Channels; 2 Digital-to-Analog (DAC); 2 I2S Interfaces; 10 Capacitive sensing GPIO



Gambar 2. 2 NodeMCU ESP32 (Nizam et al., 2022)

2.8 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu berbahan logam yang aman untuk cairan dan dapat membaca suhu dari -55 derajat celcius sampai 125 derajat celcius dengan tingkat akurasi +/- 0,5 derajat Celcius. Sensor suhu DS18B20 menawarkan 9 hingga 12-bit pembacaan, di mana jumlah bit dapat dikonfigurasi.

Setiap sensor memiliki nomor seri 64-bit unik yang dimasukkan pada setiap chip, memungkinkan sensor digunakan hanya melalui 1 (satu) pin jalur data komunikasi (satu kabel digital). Tabel 2.1 adalah tabel spesifikasi sensor suhu DS18B20:

Tabel 2. 1 spesifikasi sensor suhu DS18B20

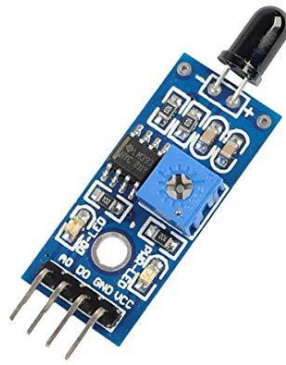
Daya	3 – 5,5 Volt
Arus	1mA
Rentang pembacaan sensor suhu	-55°C - 125°C
Tingkat Akurasi	+/- 0,5°C
Resolusi	9 – 12 bit



Gambar 2.3 Sensor suhu DS18B20 (Bagus et al., 2022)

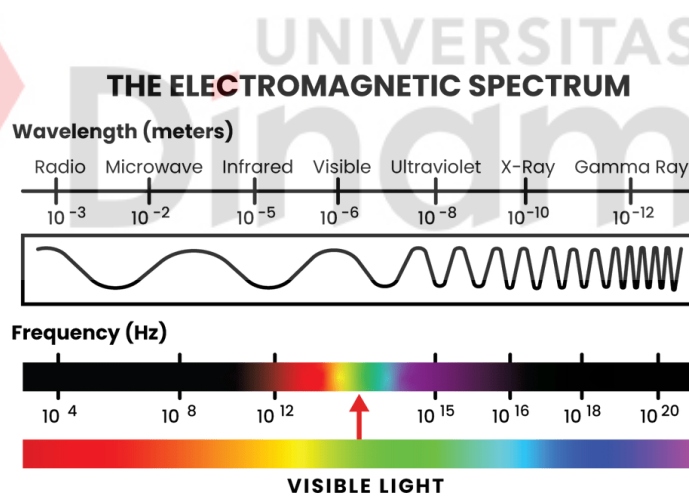
2.9 *Flame Sensor*

Flame sensor adalah perangkat elektronik yang mendeteksi keberadaan cahaya api dengan panjang gelombang 760 nm hingga 1100 nm. Sensor flame memiliki sudut baca 60 derajat dan beroperasi dari -25 derajat hingga 85 derajat. Sensor ini memiliki dua tipe keluaran yaitu analog output dan digital output, dimana pembacaan secara analog dapat mendeteksi posisi api dimana, walaupun tidak terlalu akurat. Dan pembacaan sensor secara digital memiliki keterbatasan yaitu sensor hanya dapat mendeteksi api menyala atau tidak, tetapi tidak dapat mendeteksi letak api dimana.



Gambar 2.4 Alat *Flame Sensor*

Adanya api dapat dideteksi berkat adanya spektrum cahaya infra merah dan *ultraviolet* serta mikroprosesor sensor api akan mendeteksi cahaya pada api yang terdeteksi. Prinsip kerja sensor ini adalah mendeteksi sinar infra merah atau *ultraviolet* dari nyala api.



Gambar 2.5 *Flame Sensor* (Suryana, 2021)

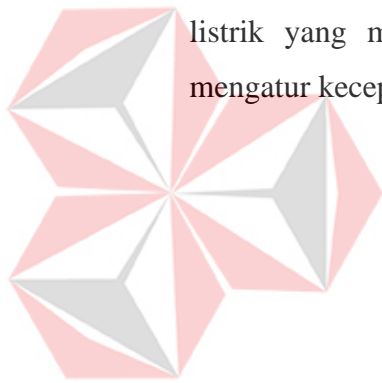
Tabel 2.2 yaitu tabel fitur spesifikasi dari *flame sensor*:

Tabel 2. 2 spesifikasi flame sensor

Panjang gelombang cahaya	760nm – 1100nm
Jarak deteksi terdekat sensor	20 cm – 100 cm
Tegangan kerja sensor	3,3 – 5 Volt
Keluaran sensor	Analog dan digital

2.10 Servo MG995

Servo adalah perangkat elektromagnetik yang bertindak sebagai penggerak dalam suatu alat untuk menghasilkan dorongan dan kecepatan berdasarkan tegangan dan arus listrik yang diberikan. Motor servo adalah salah satu jenis motor listrik yang menggunakan konfigurasi loop tertutup, yang digunakan untuk mengatur kecepatan dan sudut motor listrik dengan ketelitian yang tinggi.



Gambar 2.6 Servo motor MG995 (Sutawati et al., 2018)

Tabel 2.3 merupakan tabel spesifikasi daripada motor servo MG995:

Tabel 2. 3 spesifikasi motor servo MG995

Berat	55 gram
Dimensi	40,7 x 19,7 x 42,9 mm
Daya	4,8 – 7,2 Volt

2.11 Motor DC

Motor arus searah (DC) adalah sebuah alat yang mengkonversi listrik menjadi gerakan atau kinetik. Motor DC dikenal juga sebagai motor listrik arus searah. Motor DC terdiri dari dua kutub dan membutuhkan arus searah agar dapat bergerak.

Kecepatan putaran motor DC biasanya berkisar antara 3.000 hingga 8.000 putaran per menit (rpm), dengan tegangan operasi sekitar 1,5 hingga 24 volt. Prinsip kerja motor DC berdasarkan pada penggunaan medan elektromagnetik, di mana ketika arus dialirkan ke lilitan, kutub utara bergerak menuju kutub selatan magnet, sementara kutub selatan bergerak menuju kutub utara.



Gambar 2.7 Motor DC (Yuski et al., 2017)

2.12 Relay

Relay adalah salah satu komponen dalam sistem listrik yang bekerja secara elektrik dan terdiri dari dua komponen utama, yaitu kumpulan elektromagnetik dan mekanisme sakelar yang terdiri dari sejumlah kontak. Prinsip kerja relay ini memungkinkan untuk mengalihkan posisi kontak sakelar sehingga arus kecil dapat mengalirkan listrik dengan tegangan yang lebih besar.

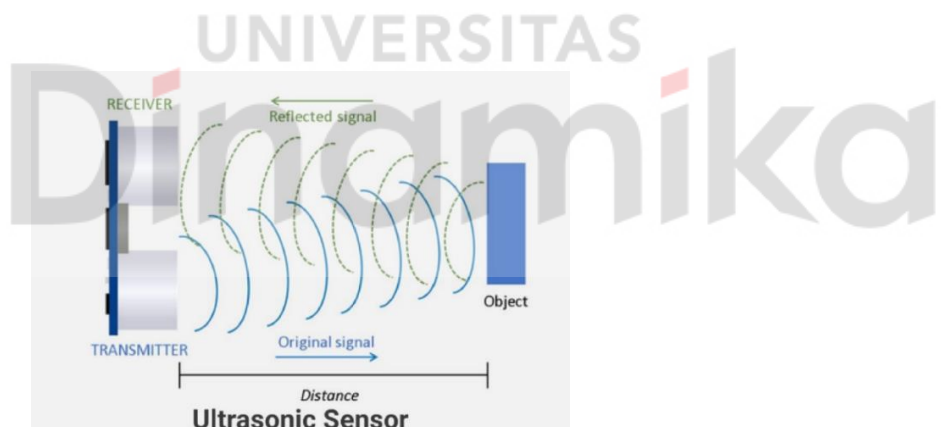
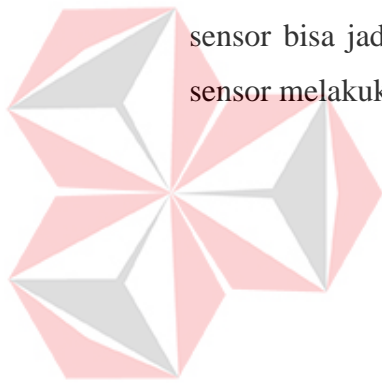


Gambar 2.8 Relay (Friansyah et al., 2021)

2.13 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan sebuah alat yang berguna untuk mengubah gelombang suara jadi listrik. Prinsip kerja sensor ini memanfaatkan rambatan pantulan suara, sehingga dapat digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan objek dengan menggunakan gelombang suara berfrekuensi khusus. Sensor ultrasonik menggunakan gelombang ultrasonik sebagai medium untuk mendeteksi sebuah objek.

Gelombang ultrasonik termasuk jenis gelombang suara dengan frekuensi sebesar 20.000 Hz. Gelombang ini hanya didengar oleh beberapa makhluk seperti anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba, sementara telinga manusia tidak dapat mendeteksinya. Bunyi ultrasonik dapat mengalir melalui benda padat, cair, dan gas. Pada praktiknya, sensor ultrasonik dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi ketinggian air, apabila digunakan untuk mendeteksi ketinggian air, hasil pembacaan sensor bisa jadi tidak terlalu akurat dan cenderung mendeteksi dasar air apabila sensor melakukan deteksi di air bening (Willem, 2022).



Gambar 2.9 Sensor Ultrasonik
(Purwanto et al., 2019)

Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 pin yang tertanam di sensor, pada Tabel 2.4 menunjukkan keterangan masing – masing dari pin sensor ultrasonik.

Tabel 2. 4 pin sensor ultrasonik

Pin	Keterangan
Pin VCC	Untuk kutub positif catu daya sensor dengan tegangan sebesar 5 volt
Pin Triger	Untuk mengirimkan gelombang suara
Pin Echo	Untuk menerima pantulan gelombang suara
Pin Gnd	Untuk ground atau kutub negatif catu daya sensor

Perhitungan Jarak antara sensor dengan objek yang memantulkan gelombang suara dapat dilihat pada Persamaan (2) :

$$s = \frac{v \times t}{2} \quad (2)$$

Dengan :

s yaitu simbol dari satuan jarak

v yaitu kecepatan suara dengan nilai 343 m/s yaitu meter per *second*, kemudian nilai tersebut dikonversikan ke waktu mikrodetik dan dalam satuan jarak sentimeter yaitu 34.300 cm : 1.000.000 Dengan hasil akhir 0,0343 sentimeter / mikrodetik

t yaitu waktu gelombang ultrasonik saat dipancarkan hingga diterima kembali

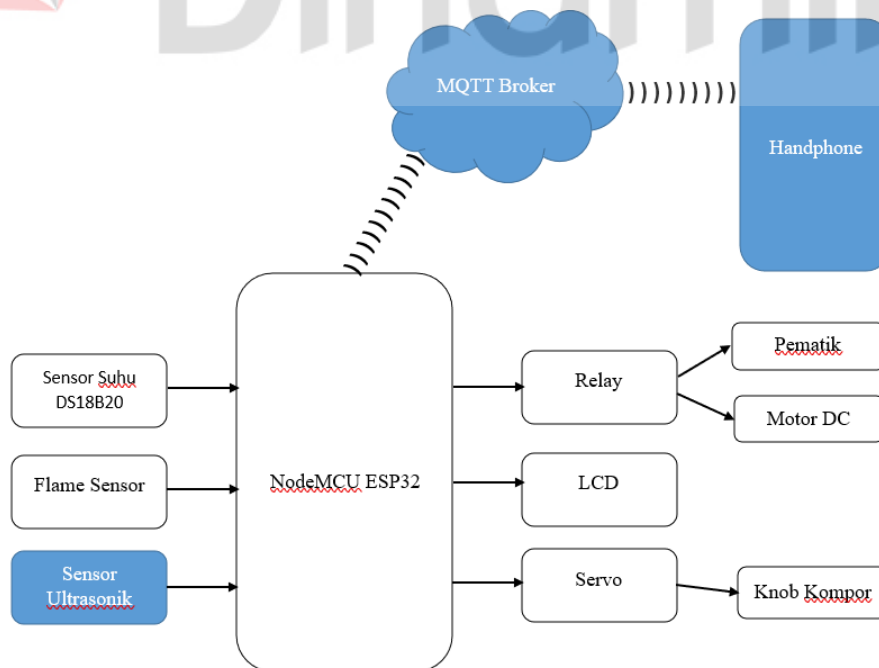
setelah mendapatkan hasil perhitungan nilai kecepatan suara dengan waktu gelombang dikirim dan diterima, hasil perhitungan jarak pada rumus sensor ultrasonik dibagi dengan 2 dikarenakan gelombang memancar dan kembali ke sensor sehingga hasil dari perhitungan gelombang berjalan sebanyak 2 kali waktu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Perangkat Keras

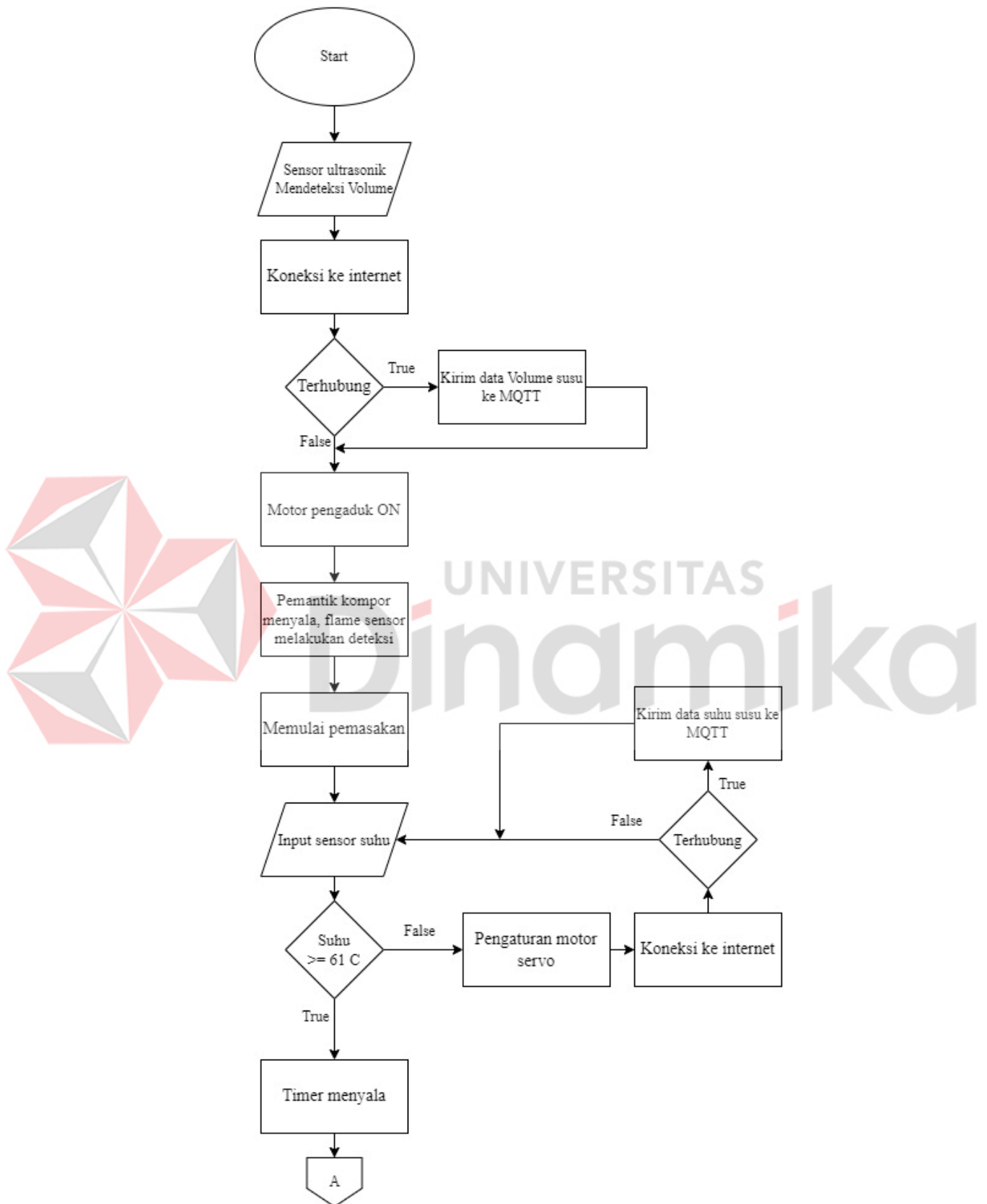
Gambar 3.1 adalah diagram perancangan sistem pasteurisasi susu, dimana pada penelitian sebelumnya terdapat sensor suhu untuk memonitor suhu susu, kemudian flame sensor untuk mendeteksi nyala api, relay untuk mengatur nyala dan matinya motor DC dan pematik kompor serta servo untuk mengatur knob kompor, dan LCD untuk menampilkan hasil pembacaan sensor secara langsung pada alat.

Pada penelitian ini, penulis menambahkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi banyaknya susu yang sedang diolah. Inputan dari sensor akan diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan akan ditampilkan melalui LCD (Liquid Crystal Disk), serta NodeMCU ESP32 akan mengirimkan hasil pembacaan sensor ke MQTT, kemudian MQTT akan mengirimkan data ke handphone dengan menggunakan metode Publisher dan Subscriber, dimana mikrokontroler NodeMCU ESP32 berperan sebagai publisher yaitu pengirim data ke MQTT dan handphone berperan sebagai subscriber yaitu penerima data dari MQTT.

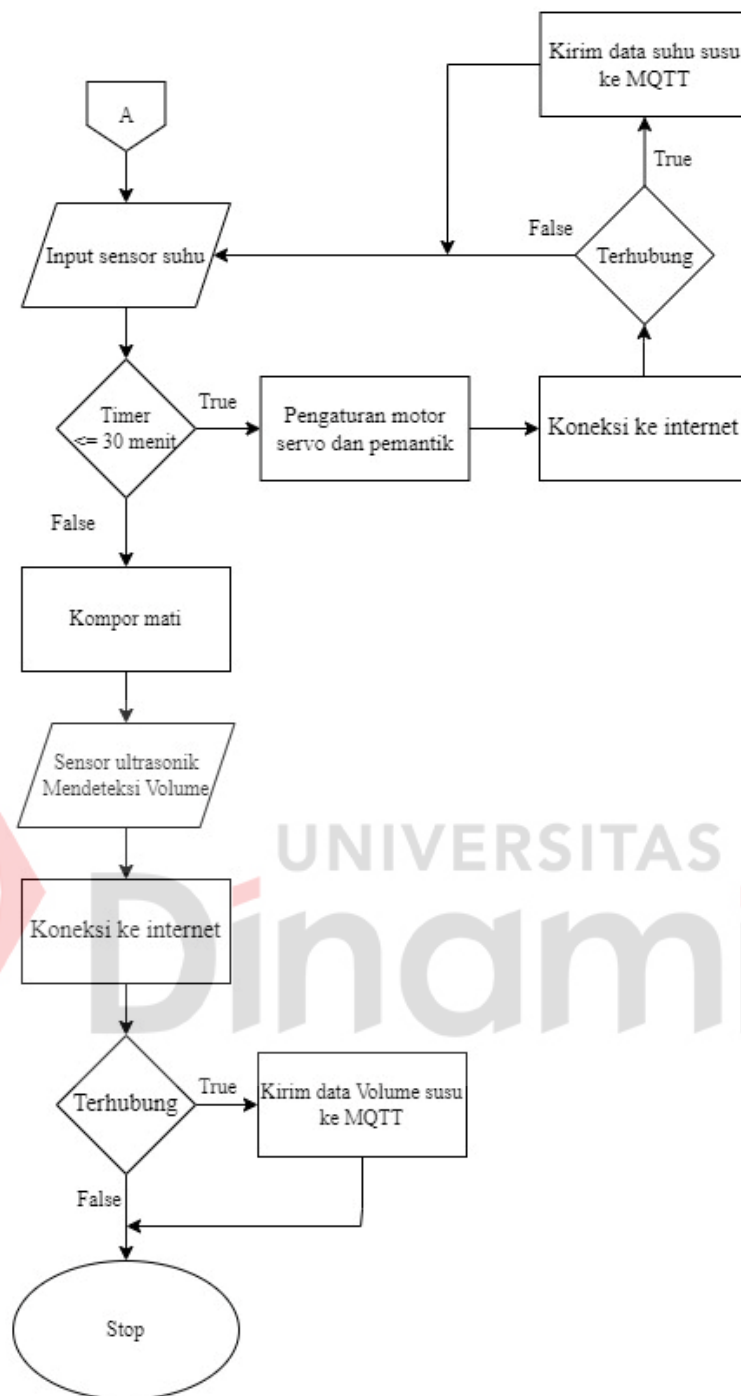


Gambar 3.1 Model Perancangan *Hardware*

3.2 Flowchart Keseluruhan



Gambar 3.2 Flowchart Halaman 1



Gambar 3.3 *Flowchart* Halaman 2

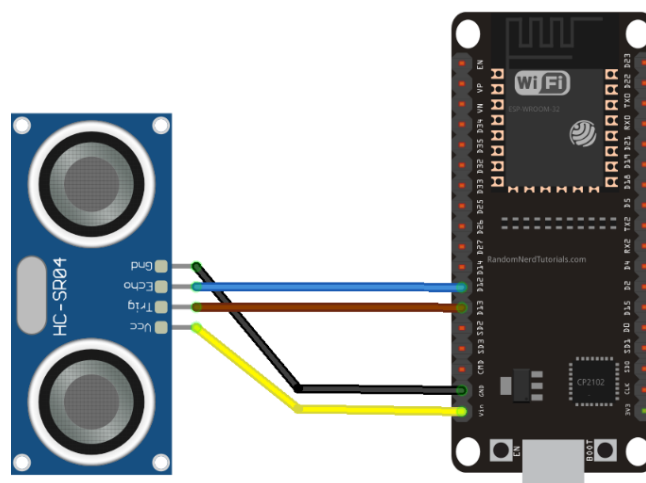
Berdasarkan flowchart pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa sistem pada saat dinyalakan sensor ultrasonik akan melakukan pendeteksian ketinggian susu yang sedang diolah serta mikrokontroler akan terkoneksi ke internet apabila mikrokontroler gagal terkoneksi ke internet, maka mikrokontroler

akan mengulangi pengkoneksian selama sistem masih berjalan, apabila sistem tetap tidak terkoneksi ke internet maka sistem akan tetap melanjutkan proses pasteurisasi. Setelah sensor ultrasonik selesai melakukan pendeteksian, mikrokontroler akan menampilkan hasil pembacaan sensor serta sistem akan mengirimkan data pembacaan sensor ke MQTT apabila NodeMCU berhasil terkoneksi ke internet. Motor pengaduk kemudian aktif dan servo berputar 0 derajat, lalu pemantik akan menyala sehingga api pada kompor menyala dan proses pemanasan dimulai. Pada saat pemanasan, sensor suhu DS18B20 mendeteksi temperatur pada susu dan akan mengirimkannya ke NodeMCU ESP32 serta nilai temperature juga akan dikirimkan ke MQTT. Jika suhu mencapai 61°C, timer akan mulai. Program berjalan terus menerus saat suhu naik di atas atau di bawah 61°C, hingga program berhenti secara otomatis setelah 30 menit. Setelah 30 menit, kompor mati karena sistem terisi penuh. Setelah kompor dan pengaduk mati, kemudian sensor ultrasonik akan mendeteksi volume susu setelah dilakukannya pemasakan untuk mengetahui hasil akhir volume susu setelah diolah dan mengirimkan hasil deteksi ke MQTT apabila sistem terkoneksi ke internet.

3.3 Perancangan Skematik

Gambar 3.4 adalah perancangan skematik pada rancangan alat Tugas Akhir ini.

3.3.1 Rangkaian Skematik Sensor Ultrasonik

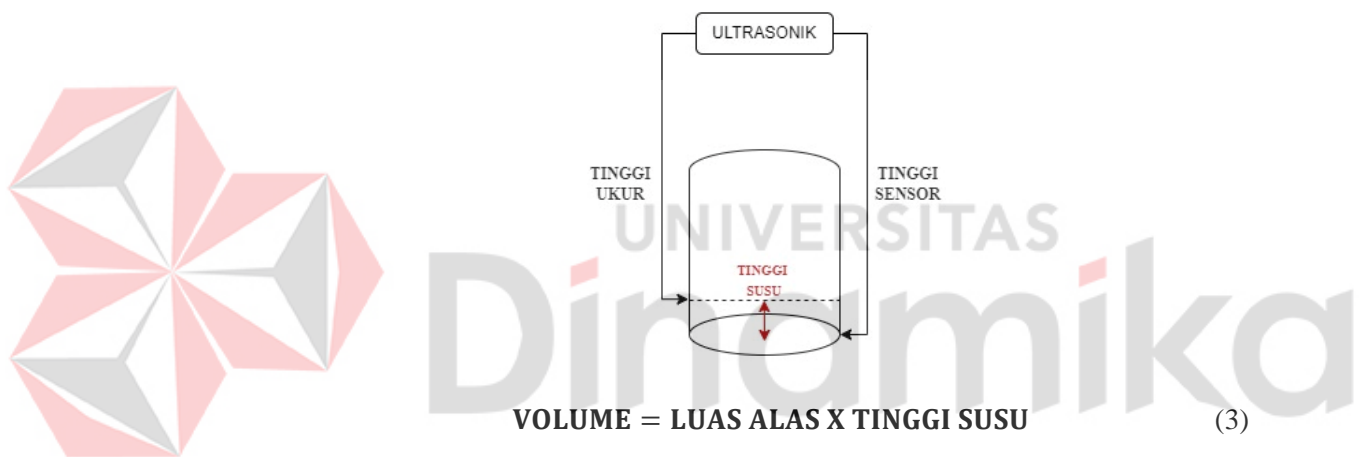


Gambar 3.4 Rangkaian Ultrasonik

Gambar 3.4 adalah rangkain skematik dari sensor ultrasonik, dimana pin Positif dan Negatif disambungkan ke pin VIN dan GND ESP32. Pin Trigger dihubungkan ke pin D13 pada ESP32 dan pin ECHO sensor ultrasonik dihubungkan ke pin D12 pada ESP32.

3.4 Konversi pembacaan Sensor Ultrasonik

Pada sistem pasteurisasi susu yang peneliti kembangkan, peneliti menerapkan deteksi volume dari susu yang sedang diolah. Pada deteksi volume ini, digunakan sebuah rumus untuk dapat mengkonversi dari hasil pembacaan sensor ultrasonik ke nilai volume. Perhitungan volume dapat dilihat pada Persamaan (3) :



Dimana, pada perhitungan “LUAS ALAS” dijelaskan pada Persamaan (4) :

$$\text{LUAS ALAS} = \pi \times r^2 \quad (4)$$

Penjelasan :

π Bernilai 22/7

r Adalah nilai jari – jari dari panci yang digunakan

nilai π dan nilai r adalah tetap karena pada saat proses pasteurisasi digunakan panci dengan ukuran yang sama, sehingga untuk mengukur volume susu ditentukan dari nilai tinggi susu yang dideteksi oleh sensor ultrasonik. Serta, pada perhitungan “TINGGI SUSU” dijabarkan pada Persamaan (5) :

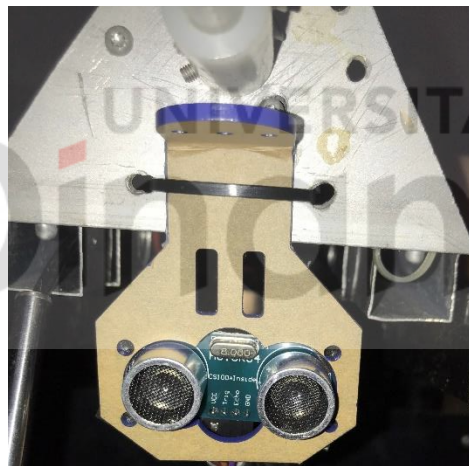
$$\text{TINGGI SUSU} = \text{TINGGI SENSOR} - \text{TINGGI UKUR} \quad (5)$$

3.5 Perancangan Mekanik

Berikut merupakan rancangan mekanik pada sistem pasteurisasi susu :



Gambar 3.5 Rancangan bagian depan alat pasteurisasi susu



Gambar 3.6 Rancangan sensor ultrasonik

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 ini membahas hasil, pembahasan dan pengujian monitoring yang telah dibuat oleh penulis pada alat pasteurisasi.

4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mendeteksi Ketinggian Susu

Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 dilakukan dengan tujuan mengukur ketinggian susu dengan sensor ultrasonik serta membandingkan nilai bacaan sensor dengan penggaris ukur untuk mengetahui ketinggian sesungguhnya.

4.1.1 Peralatan Yang Dibutuhkan untuk Pengujian Ketinggian Susu

Perlengkapan yang digunakan untuk melakukan pengujian ini yaitu:

- a. PC Laptop
- b. NodeMCU ESP32
- c. Sensor Ultrasonik HC-SR04

4.1.2 Cara Pengujian Ketinggian Susu

langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melakukan pengujian ini yaitu:

1. Memastikan NodeMCU ESP32 tersambung ke Laptop.
2. Membuka program yang sudah dibuat di Arduino IDE.
3. Menghubungkan sensor ultrasonik dengan mikrokontroler.
4. Menjalankan *sourcecode* Arduino IDE untuk pengujian sensor ultrasonik.
5. Mengamati data yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik dari *serial monitor*.
6. Membandingkan hasil pembacaan sensor dengan penggaris untuk mengetahui selisih antara pembacaan sensor dengan alat pembanding.

4.1.3 Hasil Pengujian Ketinggian Susu

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian ketinggian susu

No	Sensor (Cm)	Penggaris(Cm)	Error (%)
1	1	1	0,0
2	1	1,4	28,6
3	1	1,5	33,3
4	1	1,7	41,2
5	2	2	0,0
6	2	2,1	4,8
7	3	2,4	25,0
8	3	3	0,0
9	3	3,4	11,8
10	3	3,6	16,7
11	4	3,8	5,3
12	4	4,2	4,8
13	4	4,6	13,0
14	5	4,9	2,0
15	5	5,3	5,7
16	6	5,5	9,1
17	6	5,8	3,4
18	6	6	0,0
19	6	6,4	6,3
20	6	6,4	6,3
21	7	6,8	2,9
22	7	7	0,0
23	7	7,3	4,1
24	7	7,5	6,7
25	8	7,8	2,6
26	8	8	0,0
27	8	8,4	4,8
28	8	8,6	7,0

29	9	8,8	2,3
30	9	9	0,0
31	9	9,3	3,2
32	9	9,5	5,3
33	9	9,8	8,2
34	9	10	10,0
35	10	10,2	2,0
36	10	10,4	3,8
Rata - rata			7,8 %

Pada Tabel 4.1 adalah hasil pengujian dari sensor Ultrasonik HC-SR04 yang dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor untuk ketinggian susu beserta ketinggian susu jika diukur melalui penggaris ukur dan menghitung Persentase selisih pengukuran tinggi susu. Pada pengujian ini, sensor akan dapat membaca ketinggian air mulai dari 1 centimeter. Pada Tabel juga terdapat nilai *error* pada setiap pengujiannya, nilai *error* tersebut di dapatkan dengan menggunakan rumus:

$$Error \left| \frac{\text{nilai Penggaris} - \text{nilai Sensor}}{\text{nilai penggaris}} \times 100 \right| \quad (6)$$

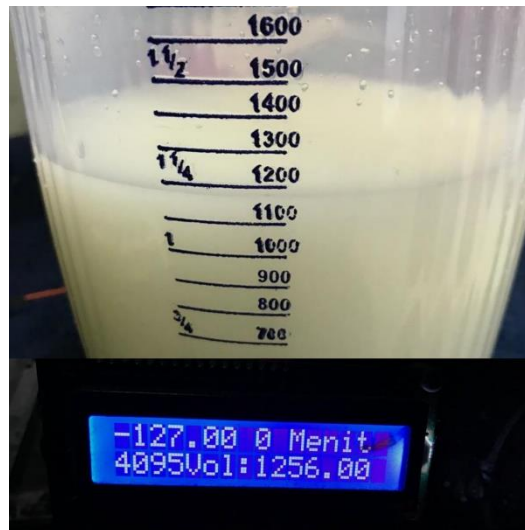
Persamaan (6) adalah rumus untuk mengambil nilai error pada setiap pengujian yaitu mengurangi nilai ukur alat ukur dengan hasil pembacaan sensor, hasil dari penurunan tersebut adalah nilai selisihnya. Kemudian bagilah nilai selisihnya dengan nilai ukur penggaris, dan hasil yang diperoleh dikalikan 100 untuk mendapatkan hasil akhir yaitu nilai kesalahan percobaan, kesalahan pengujian di atas yaitu 7,8%.

$$Akurasi |100\% - error| \quad (7)$$

Persamaan (7) merupakan rumus yang mengambil nilai akurasi yaitu dengan mengurangi nilai error dari 100. Maka didapatkan nilai error sebesar 7,8%, yaitu nilai akurasi dari pengujian ini adalah 92,2% , nilai akurasi tersebut di nyatakan kurang baik karena akurasinya nilainya kurang dari $\leq 95\%$.

4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mengukur Volume Susu

Pengujian yang dilakukan pada sensor ultrasonik ini untuk mengukur volume susu dalam panci yang sedang diolah.



Gambar 4.7 Pengujian Volume Susu

4.2.1 Peralatan Yang Dibutuhkan Untuk Pengujian Volume Susu

Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini yaitu:

- a. Laptop
- b. Sensor Ultrasonik HC-SR04
- c. NodeMCU ESP32

4.2.2 Cara Pengujian Volume Susu

Berikut langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melakukan pengujian ini:

1. Memastikan NodeMCU ESP32 sudah terhubung dengan Laptop.
2. Membuka program yang sudah dibuat di Arduino IDE.
3. Menghubungkan sensor ultrasonik dengan mikrokontroler.
4. Menjalankan *sourcecode* Arduino IDE untuk pengujian sensor ultrasonik.
5. Mengamati data yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik dari *serial monitor*.
6. Jarak yang sudah terbaca oleh sensor ditampilkan di serial monitor.

4.2.3 Hasil Pengujian Volume Susu

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Volume Susu

No	Sensor (Mililiter)	Gelas Ukur (Mililiter)	Error (Dalam %)
1	314	200	57,0
2	314	300	4,7
3	314	400	21,5
4	314	500	37,2
5	628	600	4,7
6	628	700	10,3
7	942	800	17,8
8	942	900	4,7
9	942	1000	5,8
10	942	1100	14,4
11	1256	1200	4,7
12	1256	1300	3,4
13	1256	1400	10,3
14	1570	1500	4,7
15	1570	1600	1,9
16	1884	1700	10,8
17	1884	1800	4,7
18	1884	1900	0,8
19	1884	2000	5,8
20	1884	2100	10,3
21	2198	2200	0,1
22	2198	2300	4,4
23	2198	2400	8,4
24	2198	2500	12,1
25	2512	2600	3,4
26	2512	2700	7,0
27	2512	2800	10,3
28	2512	2900	13,4

29	2826	3000	5,8
30	2826	3100	8,8
31	2826	3200	11,7
32	2826	3300	14,4
33	2826	3400	16,9
34	2826	3500	19,3
35	3140	3600	12,8
36	3140	3700	15,1
Rata- rata			11,1%

Pada Tabel 4.2 merupakan hasil pengujian dari deteksi volume susu yang ada di panci. Dari tabel diatas diketahui bahwa pengujian penambahan volume susu secara bertahap sebanyak 100 mililiter memberikan hasil bahwa sensor ultrasonik hanya akan mendeteksi penambahan nilai saat volume mulai 200 mililiter. Sensor mendeteksi ketinggian susu jika bertambah secara signifikan dan sensor tidak dapat membaca penambahan volume apabila ketinggian susu hanya bertambah sedikit. Pada pengujian ini, penulis menghitung selisih pengujian di setiap penambahan volume. Perhitungan error dijabarkan pada Persamaan (8) :

$$Error (\%) = \left| \frac{Gelas\ ukur - Volume\ deteksi}{Gelas\ ukur} \right| \times 100\% \quad (8)$$

Hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 36 kali, didapatkan hasil rata – rata nilai error pada pengujian sebesar 11,1%.

4.3 Tujuan Pengujian Suhu

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Sensor suhu DS18B20, untuk mengetahui nilai yang dideteksi oleh sensor suhu dan dibandingkan dengan *thermometer* untuk menentukan keakuratan hasil pembacaan sensor.



Gambar 4.8 Pengujian Suhu

4.3.1 Peralatan Yang Dibutuhkan untuk Pengujian Sensor Suhu

Peralatan yang digunakan antara lain yaitu:

- a. Laptop
- b. NodeMCU ESP32
- c. Sensor suhu DS1820

4.3.2 Cara Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Berikut langkah–langkah yang harus dilkakukan untuk melakukan pengujian ini:

1. Menghubungkan Sensor suhu DS18B20 ke mikrokontroler ESP32.
2. Menghubungkan mikrokontroler dengan laptop menggunakan kabel USB.
3. Menjalankan sourcecode Arduino IDE untuk pengujian sensor suhu DS18B20.
4. Memantau *serial monitor* pada Arduino IDE untuk melihat hasil pembacaan dari sensor.

4.3.3 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian sensor suhu DS18B20

NO	Data Sensor (Dala Celcius)	Data Termometer (Dalam Celcius)	Selisih	Error (%)
1	63,0	61,7	0,02	2,11
2	62,4	61,6	0,01	1,36
3	61,8	60,5	0,02	2,07
4	61,1	59,8	0,02	2,11
5	62,0	60,5	0,02	2,48
6	61,0	59,3	0,03	2,87
7	62,4	60,8	0,03	2,70
8	61,5	59,6	0,03	3,19
9	62,4	60,2	0,04	3,62
10	61,4	59,7	0,03	2,91
11	62,6	60,8	0,03	2,89
12	62,0	60,4	0,03	2,65
13	61,1	59,2	0,03	3,26
14	62,1	60,1	0,03	3,38
15	61,7	59,8	0,03	3,16
16	62,6	60,8	0,03	2,89
17	61,9	60	0,03	3,23
18	60,9	59,2	0,03	2,94
19	62,3	60,2	0,04	3,50
20	61,4	59,6	0,03	2,97
21	62,4	60,9	0,03	2,53
22	61,4	59,6	0,03	2,97
23	62,6	60,9	0,03	2,82
24	61,6	59,9	0,03	2,82
25	62,6	60,8	0,03	2,94
26	60,8	59,1	0,03	2,79
27	62,7	60,6	0,03	3,45
28	61,8	59,7	0,04	3,53
29	60,8	56,1	0,08	8,40
30	62,5	60,7	0,03	2,97
31	62,4	61,3	0,02	1,76
32	60,9	59,8	0,02	1,81
33	62,6	61,4	0,02	2,00
34	61,8	60,3	0,03	2,50
35	61,7	59,9	0,03	2,99
36	62,2	60,5	0,03	2,79
Rata - rata				2,93

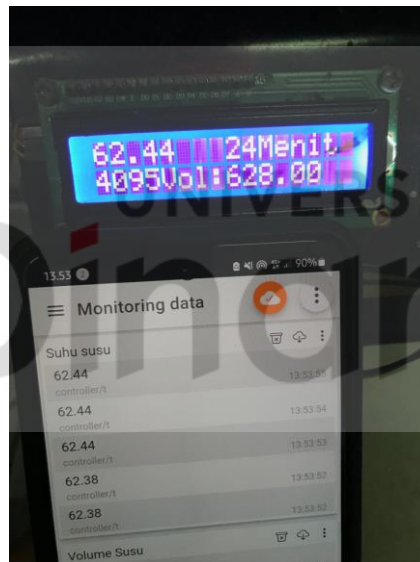
Tabel 4.3 merupakan hasil pengujian sensor suhu DS18B20 dan dibandingkan dengan termometer. Didapatkan hasil bahwa rata – rata error sensor DS18B20 dengan pembanding thermometer sebesar 2,93%.

$$\text{Akurasi} = |100\% - \text{error}| \quad (9)$$

Persamaan (9) merupakan perhitungan yang mengambil nilai akurasi yaitu dengan mengurangkan nilai error dari 100. Maka didapatkan nilai error sebesar 2,93%, yaitu nilai akurasi dari pengujian ini adalah 97,07% , nilai akurasi tersebut di nyatakan baik karena akurasinya nilainya lebih dari 95%.

4.4 Pengujian Pengiriman Data Melalui MQTT

Pengujian pengiriman data ke MQTT ini bertujuan untuk mengetahui data yang dikirimkan mikrokontroler dapat diterima dan ditampilkan oleh MQTT.



Gambar 4.9 Pengiriman Data Ke MQTT

4.4.1 Peralatan yang Dibutuhkan untuk Pengujian Pengiriman Data Melalui MQTT

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini yaitu Laptop, NodeMCU ESP32, *Handphone* dan aplikasi IOT MQTT Panel.

4.4.2 Cara Pengujian Pengiriman Data Melalui MQTT

Berikut langkah–langkah yang harus dilkakukan untuk melakukan pengujian ini:

1. Memastikan NodeMCU ESP32 sudah terhubung dengan Laptop.

2. Membuka program yang sudah dibuat di Arduino IDE.
3. Memastikan tersedianya koneksi internet melalui *WiFi* di area pengujian.
4. Melakukan konfigurasi WiFi pada program dengan memasukkan nama dan password WiFi yang tersedia agar ketika program dijalankan NodeMCU ESP32 dapat terhubung ke internet, lalu menentukan server MQTT dan *port* MQTT yang akan digunakan, serta membuat sebuah topik sebagai label untuk sebuah hasil data yang akan diterima.
5. Menjalankan program dengan menekan bagian *upload* di Arduino IDE dan membuka serial monitor untuk mengetahui apakah NodeMCU ESP32 sudah terhubung ke WiFi atau belum.
6. Membuka aplikasi MQTT pada *Handphone* dan memasukkan topik yang telah dibuat.

4.4.3 Hasil Pengujian Pengiriman Data Ke MQTT

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kirim Data Ke MQTT

Percobaan Ke	Waktu	Data Mikrokontroler	Waktu	Data MQTT	Selisih(detik)
1	13.43.00	60,69	13.43.01	60,69	1
2	13.43.07	60,63	13.43.09	60,63	2
3	13.43.14	60,56	13.43.15	60,56	1
4	13.43.21	60,5	13.43.23	60,5	2
5	13.43.28	60,38	13.43.29	60,38	1
6	13.43.42	60,19	13.43.43	60,19	1
7	13.43.55	60,06	13.43.56	60,06	1
8	13.44.02	60	13.44.03	60	1
9	13.44.16	59,94	13.44.17	59,94	1
10	13.44.23	59,81	13.44.24	59,81	1
11	13.44.30	59,69	13.44.31	59,69	1
12	13.44.43	59,63	13.44.44	59,63	1
13	13.44.43	59,5	13.44.44	59,5	1
14	13.44.50	59,44	13.44.51	59,44	1
15	13.45.11	59,19	13.45.12	59,19	1
16	13.45.18	59,13	13.45.19	59,13	1
17	13.45.25	59,06	13.45.26	59,06	1
18	13.45.31	58,94	13.45.32	58,94	1
19	13.45.38	58,81	13.45.39	58,81	1
20	13.45.45	58,75	13.45.46	58,75	1
21	13.45.52	58,69	13.45.53	58,69	1
22	13.46.33	58,44	13.46.35	58,44	2

Percobaan Ke	Waktu	Data Mikrokontroler	Waktu	Data MQTT	Selisih(detik)
23	13.46.40	58,38	13.46.41	58,38	2
24	13.46.47	58,25	13.46.49	58,25	2
25	13.47.01	58,13	13.47.02	58,13	1
26	13.47.15	57,94	13.47.16	57,94	1
27	13.47.21	57,88	13.47.22	57,88	1
28	13.47.28	57,81	13.47.29	57,81	1
29	13.47.35	57,75	13.47.38	57,75	3
30	13.47.42	57,69	13.47.44	57,69	2
31	13.47.49	57,56	13.47.50	57,56	1
32	13.47.56	57,44	13.47.57	57,44	1
33	13.48.03	57,31	13.48.04	57,31	1
34	13.48.10	57,19	13.48.11	57,19	1
35	13.48.23	57,13	13.48.25	57,13	2
36	13.48.30	57,06	13.48.31	57,06	1
Rata - rata					1,25

Tabel 4.4 diatas merupakan hasil pengujian pengiriman data ke MQTT. Berdasarkan hasil pengujian tersebut diketahui bahwa terdapat selisih waktu antara pengiriman data dari mikrokontroler dengan data di terima oleh *handphone* dengan durasi yang berbeda, hal ini dipengaruhi oleh seberapa stabil dan kencang koneksi internet yang terhubung di mikrokontroler dan di *handphone*. Dari pengujian pengiriman data dapat diketahui bahwa pengiriman data dari mikrokontroler NodeMCU ESP32 ke MQTT memiliki rata – rata error sebesar 1,25 detik.

4.5 Pengujian NodeMCU ESP32 Terkoneksi Ke Internet

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah NodeMCU ESP32 dapat terkoneksi ke internet atau tidak.

```

Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM8')
14:51:21.002 -> volume : 5338.00
14:51:28.216 -> Menghubungkan Wi-Fi
14:51:28.216 -> Internet Terhubung
14:51:28.248 -> Coba connect ke MQTT....Connected

```

Gambar 4.10 Pengujian Koneksi Ke Internet

4.5.1 Peralatan yang Dibutuhkan untuk Pengujian koneksi ke internet

Adapun alat dan peralatan yang dipakai yaitu:

- a. Laptop
- b. NodeMCU ESP32
- c. Aplikasi MQTT

4.5.2 Cara Pengujian Koneksi NodeMCU ESP32 Ke Internet

Berikut langkah–langkah yang harus dilkakukan untuk melakukan pengujian ini:

1. Memastikan NodeMCU ESP32 terhubung dengan Laptop.
2. Membuka program yang dibuat di Arduino IDE.
3. Memastikan tersedianya koneksi internet melalui *WiFi* di area pengujian.
4. Melakukan konfigurasi WiFi pada program dengan memasukkan nama dan password WiFi yang tersedia agar ketika program dijalankan NodeMCU ESP32 dapat terhubung ke internet.
5. Menjalankan program dengan menekan bagian *upload* di Arduino IDE dan membuka serial monitor untuk mengetahui apakah NodeMCU ESP32 sudah terhubung ke WiFi atau belum.
6. Membuka aplikasi MQTT pada Handphone dan memasukkan topik yang telah dibuat.

4.5.3 Hasil Pengujian Koneksi Ke Internet

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Koneksi Ke Internet

Percobaan Ke	Provider TRI	Provider XL Axiata	Provider Indosat
1	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
2	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
3	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
4	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
5	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
6	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
7	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
8	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
9	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
10	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
11	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
12	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
13	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG

Percobaan Ke	Provider TRI	Provider XL Axiata	Provider Indosat
14	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
15	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
16	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
17	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
18	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
19	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
20	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
21	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
22	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
23	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
24	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
25	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
26	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
27	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
28	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
29	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
30	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
31	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
32	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
33	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
34	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
35	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG
36	TERHUBUNG	TERHUBUNG	TERHUBUNG

Tabel 4.5 diatas merupakan hasil dari pengujian mengkoneksikan NodeMCU ESP32 ke internet. Dapat dilihat bahwa dalam percobaan di tiga *provider* internet didapatkan hasil bahwa NodeMCU ESP32 dapat terkoneksi ke internet dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan penulis untuk penelitian Tugas Akhir ini, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian mengukur ketinggian susu dalam panci mendapatkan kesimpulan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 mendeteksi adanya penambahan ketinggian susu sejak ketinggian susu mulai 1 centimeter. Sensor juga mendeteksi ketinggian susu yang ada di dalam panci apabila ketinggian bertambah secara signifikan sedangkan apabila dalam pengujian menambahkan isi susu sebanyak 100 mililiter hasil pendeteksian sensor tidak menunjukkan penambahan ketinggian, sehingga setiap penambahan susu menunjukkan peningkatan pada pengukuran manual namun tidak menunjukkan peningkatan pada deteksi sensor. Dan dari hasil percobaan didapatkan hasil rata – rata eror sebesar 7,8%.
2. Pengujian ukur volume menunjukkan bahwa penambahan volume susu terdeteksi apabila volume susu berada di 200 mililiter. sensor mendeteksi penambahan isi susu dalam panci jika volume bertambah secara signifikan sedangkan apabila susu ditambahkan sedikit maka tidak terdeteksi adanya penambahan volume. Setelah dilakukan sebanyak 36 kali mendapatkan hasil rata – rata persentase error sebesar 11,1%.
3. Pengujian mengkoneksikan NodeMCU ESP32 ke internet mendapatkan hasil bahwa, dalam proses pengkoneksian, penulis mencoba untuk menggunakan tiga layanan internet berbeda dan mendapatlan hasil bahwa NodeMCU ESP32 dapat dengan mudah terkoneksi ke internet dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%.
4. Pengujian mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke MQTT mendapatkan hasil bahwa, dalam setiap pengiriman data jeda antara mikrokontroler mengirim data dengan data tampil di MQTT berkisar antara satu hingga tiga detik dengan rata – rata selisih jeda waktu sebesar 1,24 detik.

5.2 Saran

Saran untuk Pengembangan Tugas Akhir ini agar menjadi lebih baik dari sebelumnya ada beberapa saran, yaitu:

1. Mengubah penggunaan sensor ultrasonik dengan sensor ketinggian air lainnya yang memiliki akurasi yang lebih baik untuk mendapatkan hasil pengukuran ketinggian susu yang lebih akurat.
2. Menata ulang program yaitu memperbaiki proses jalannya program menjadi berjalan secara berurutan atau sekuensial, dikarenakan jalannya program masih berjalan secara bersamaan.
3. Memperbaiki *timer* atau lama waktu jalannya proses pasteurisasi, dikarenakan waktu yang berjalan pada proses tidak berjalan dari 0 saat suhu susu mencapai 61 derajat di awal sehingga jika suhu susu di awal telah mencapai 61 derajat celsius, waktu proses pasteurisasi sudah berjalan beberapa menit sehingga waktu proses pasteurisasi menjadi tidak berjalan sebagaimana mestinya.
4. Mengubah konfigurasi pada MQTT menjadi dua topik dimana satu topik digunakan untuk menerima data hasil deteksi volume susu di awal serta satu topik untuk menerima hasil deteksi volume susu di akhir dikarenakan pada sistem masih menggunakan satu topik untuk menerima dua data deteksi volume di awal dan di akhir.
5. Menambahkan proses pendinginan selama 5 menit setelah proses pasteurisasi telah berjalan selama 30 menit dengan syarat pengaduk tetap menyala, setelah proses pendinginan selesai, dilanjutkan dengan melakukan deteksi volume di akhir kemudian mengirimkan datanya ke MQTT.

DAFTAR PUSTAKA

- Heru Purwanto, Malik Riyadi, Destiana Windi Widi Astuti, I. W. A. W. K. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air. *Jurnal SIMETRIS*, 10(2), 717–724.
- Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- Rian Saputra, P. F. A., & Juliasari, N. (2016). Sistem Monitoring Stok Tangki Air Memanfaatkan Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Budi Luhur Informasi Teknologi*, 15(1), 1–155. <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit/article/view/678>
- Saputra, G. Y., Afrizal, A. D., Mahfud, F. K. R., Pribadi, F. A., & Pamungkas, F. J. (2017). Penerapan Protokol MQTT Pada Teknologi Wan (Studi Kasus Sistem Parkir Univeristas Brawijaya). *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 12(2), 69. <https://doi.org/10.30872/jim.v12i2.653>
- Suryana, T. (2021). *Detection Fire Using the Flame Sensor Mendeteksi Panas Api dengan Menggunakan Sensor Flame*. 2–2.
- Sutawati, L. A., Kumara, I. N. S., & W. Widiadha. (2018). Teknologi elektro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 17, No. 3, September - Desember 2018, 17(1). doi: <https://doi.org/10.24843/MITE.2018.v17i03.P17>
- Yuski, M. N., Hadi, W., & Saleh, A. (2017). Rancang Bangun Jangkar Motor DC. *Berkala Sainstek*, 5(2), 98. <https://doi.org/10.19184/bst.v5i2.5700>
- Bagus, M., Huda, R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jrm*, 07(02), 18–23.
- Friansyah, I. G., Safe'I, & Waidah, D. F. (2021). dia penghubung Modul Bluetooth. *Jurnal TIKAR*, 2(2), 121–127.
- Hariono, B., Erwantini, F., Budiprasojo, A., & Puspitasari, T. D. (2021). Perbedaan nilai gizi susu sapi setelah pasteurisasi non termal dengan HPEF (High Pulsed Electric Field). *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 6(2), 207. <https://doi.org/10.30867/action.v6i2.531>
- Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W. W., & Kusuma, I. W. A. W. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Aplikasi

Sistem Deteksi Ketinggian Air. *Jurnal SIMETRIS*, 10(2), 717–724.

Rian Saputra, P. F. A., & Juliasari, N. (2016). Sistem Monitoring Stok Tangki Air Memanfaatkan Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Budi Luhur Informasi Teknologi*, 15(1), 1–155.

<https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit/article/view/678>

Saputra, G. Y., Afrizal, A. D., Mahfud, F. K. R., Pribadi, F. A., & Pamungkas, F. J. (2017). Penerapan Protokol MQTT Pada Teknologi Wan (Studi Kasus Sistem Parkir Univeristas Brawijaya). *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 12(2), 69. <https://doi.org/10.30872/jim.v12i2.653>

Suryana, T. (2021). *Detection Fire Using the Flame Sensor Mendeteksi Panas Api dengan Menggunakan Sensor Flame*. 2–2.

Sutawati, L. A., Kumara, I. N. S., & W. Widiadha. (2018). Teknologi elektro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 17, No. 3, September - Desember 2018, 17(1). doi: <https://doi.org/10.24843/MITE.2018.v17i03.P17>

Yuski, M. N., Hadi, W., & Saleh, A. (2017). Rancang Bangun Jangkar Motor DC. *Berkala Sainstek*, 5(2), 98. <https://doi.org/10.19184/bst.v5i2.5700>

Adrian, d. K., 2020. Manfaat Minum Susu sebagai Cara Hidup Sehat. [Online] Available at: <https://www.alodokter.com/manfaat-minum-susu-sebagai-cara-hidup-sehat> [Accessed 2 Maret 2023].

Aldisa, R. T., Karel, F. N. & Aldinugroho, M., 2022. Sistem Peringatan Dini Kebakaran Dengan Flame Sensor dan Arduino. *MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, Volume 6, p. 6.

Roman Fathnur, 2022. Internet Adalah Jaringan Komputer, Ini Pengertian dan Sejarahnya. [Online] Available at : <https://katadata.co.id/intan/berita/61ee4467db13b/internet-adalahjaringan-komputer-ini-pengertian-dan-sejarahnya>.

[Accessed 8 Maret 2023]

Nikiuluw, R., J. & H., 2018. Kendali Suhu Menggunakan Fuzzy Logic Untuk Sistem Pasteurisasi Susu.

Nurdian, W., 2019. Arduino IDE, Pengertian dan istilah yang sering digunakan. [Online] Available at: <https://www.idebebas.com/arduino-ide/> [Accessed 10 Maret 2023].

Schneider, 2019. Apa itu Servo Motor dan Kegunaannya ?. [Online] Available at: <https://www.se.com/id/id/faqs/FA374507/> [Accessed 14 Maret 2023].

- Tafifah, E., 2021. Mengenal Perangkat Lunak Arduino IDE. [Online] Available at: <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide> [Accessed 14 Maret 2023].
- Triwidyastuti, Y., Nizar, M., H. & J., 2019. PENGENDALI SUHU PADA PROSES PASTEURISASI SUSU DENGAN. *Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Volume 6, p. 8.
- wikielektronika, 2022. Pengertian dan Cara Kerja Motor Servo. [Online] Available at: <https://wikielektronika.com/pengertian-dan-cara-kerja-motor-servo/2/> [Accessed 15 Maret 2023].
- Willem, K. D., 2022. ANALISIS SENSOR ULTRASONIK PADA BENDA PADAT DAN CAIR DI BERBAGAI WAKTU. Surabaya: s.n.
- Bagus, M., Huda, R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jrm*, 07(02), 18–23.
- Friansyah, I. G., Safe'I, & Waidah, D. F. (2021). dia penghubung Modul Bluetooth. *Jurnal TIKAR*, 2(2), 121–127.
- Hariono, B., Erwantini, F., Budiprasojo, A., & Puspitasari, T. D. (2021). Perbedaan nilai gizi susu sapi setelah pasteurisasi non termal dengan HPEF (High Pulsed Electric Field). *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 6(2), 207. <https://doi.org/10.30867/action.v6i2.531>
- Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W. W., & Kusuma, I. W. A. W. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Apikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air. *Jurnal SIMETRIS*, 10(2), 717–724.
- Rian Saputra, P. F. A., & Juliasari, N. (2016). Sistem Monitoring Stok Tangki Air Memanfaatkan Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Budi Luhur Informasi Teknologi*, 15(1), 1–155. <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit/article/view/678>
- Saputra, G. Y., Afrizal, A. D., Mahfud, F. K. R., Pribadi, F. A., & Pamungkas, F. J. (2017). Penerapan Protokol MQTT Pada Teknologi Wan (Studi Kasus Sistem Parkir Univeristas Brawijaya). *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 12(2), 69. <https://doi.org/10.30872/jim.v12i2.653>
- Suryana, T. (2021). *Detection Fire Using the Flame Sensor Mendeteksi Panas Api dengan Menggunakan Sensor Flame*. 2–2.
- Sutawati, L. A., Kumara, I. N. S., & W. Widiadha. (2018). Teknologi elektro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 17, No. 3, September - Desember 2018, 17(1). doi: <https://doi.org/10.24843/MITE.2018.v17i03.P17>

- Yuski, M. N., Hadi, W., & Saleh, A. (2017). Rancang Bangun Jangkar Motor DC. *Berkala Sainstek*, 5(2), 98. <https://doi.org/10.19184/bst.v5i2.5700>
- Adani, Muhammad Robith. Apa itu Internet of Things, Contoh, Cara Kerja, dan Manfaat. [Online]
- Available at : <https://www.sekawanmedia.co.id/blog/apa-itu-internet-of-things/> [Accessed 15 Maret 2023]
- Kristina. 2022. Rumus Volume Tabung Lengkap dengan Contoh Soalnya dan Pembahasannya. [Online]
- Febriansyah, R. A., 2023. KENDALI TEMPERATUR SUHU DAN PEMANTIK KOMPOR MENGGUNAKAN PID PADA SISTEM PASTEURISASI SUSU. Surabaya: s.n.Bagus, M., Huda, R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jrm*, 07(02), 18–23.
- Friansyah, I. G., Safe'I, & Waidah, D. F. (2021). dia penghubung Modul Bluetooth. *Jurnal TIKAR*, 2(2), 121–127.
- Hariono, B., Erawantini, F., Budiprasojo, A., & Puspitasari, T. D. (2021). Perbedaan nilai gizi susu sapi setelah pasteurisasi non termal dengan HPEF (High Pulsed Electric Field). *Action: Aceh Nutrition Journal*, 6(2), 207. <https://doi.org/10.30867/action.v6i2.531>
- Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W. W., & Kusuma, I. W. A. W. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air. *Jurnal SIMETRIS*, 10(2), 717–724.
- Rian Saputra, P. F. A., & Juliasari, N. (2016). Sistem Monitoring Stok Tangki Air Memanfaatkan Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Budi Luhur Informasi Teknologi*, 15(1), 1–155. <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit/article/view/678>
- Saputra, G. Y., Afrizal, A. D., Mahfud, F. K. R., Pribadi, F. A., & Pamungkas, F. J. (2017). Penerapan Protokol MQTT Pada Teknologi Wan (Studi Kasus Sistem Parkir Univeristas Brawijaya). *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 12(2), 69. <https://doi.org/10.30872/jim.v12i2.653>
- Suryana, T. (2021). *Detection Fire Using the Flame Sensor Mendeteksi Panas Api dengan Menggunakan Sensor Flame*. 2–2.
- Sutawati, L. A., Kumara, I. N. S., & W. Widiadha. (2018). Teknologi elektro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 17, No. 3, September - Desember 2018, 17(1). doi: <https://doi.org/10.24843/MITE.2018.v17i03.P17>
- Yuski, M. N., Hadi, W., & Saleh, A. (2017). Rancang Bangun Jangkar Motor DC. *Berkala Sainstek*, 5(2), 98. <https://doi.org/10.19184/bst.v5i2.5700>