

PERANCANGAN PEMBERIAN PAKAN AYAM BERBASIS ARDUINO

SKRIPSI



disusun oleh :

Firmansyah Putra

1703025014

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMDIYAH PROF.DR.HAMKA

JAKARTA

2024

**PERANCANGAN PEMBERIAN PAKAN AYAM BERBASIS
ARDUINO**

SKRIPSI



Uhamka
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana
Teknik Elektro

disusun oleh :

Firmansyah Putra

1703025014

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF.DR.HAMKA
JAKARTA
2024

HALAMAN PERSETUJUAN

PERANCANGAN PEMBERIAN PAKAN AYAM BERBASIS ARDUINO

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana

Teknik

Oleh:

Firmansyah Putra

1703025014

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi Program Studi
Teknik Elektro Fakultas TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA
UHAMKA

Pembimbing 1



Rosalina, S.T., M.T.
NIDN : 0304017001

Pembimbing 2



Kun Fayakun, S.T., M.T
NIDN: 0305125701

Mengetahui,

Ketua Prodi Program Studi Elektro

Ir. Harry ramza, M.T.,Ph.D.,MIPM

NIDN : 030309706

HALAMAN PENGESAHAN
PERANCANGAN PEMBERIAN PAKAN AYAM BERBASIS ARDUINO

SKRIPSI

Oleh:
Firmansyah Putra
1703025014

Telah diuji dan dinyatakan lulus
dalam Sidang Ujian Skripsi Program
Studi Teknik Elektro Fakultas
Teknik UHAMKA Tanggal,

Pembimbing 1



Rosalina, S.T., M.T.

NIDN : 0304017001

Pembimbing 2



Kun Fayakun, S.T., M.T.

NIDN: 0305125701

Mengetahui,
Ketua Prodi Program Studi Elektro

Ir. Harry ramza, M.T.,Ph.D.,MIPM

NIDN : 0303097006

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Firmansyah Putra
NIM : 1703025014

Judul Skripsi : Perancangan Pemberian Pakan Ayam Berbasis Arduino

Menyatakan bahwa, Skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu institusi perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuannya saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacudalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab pribadi.

Bekasi, 18 januari 2024



FIRMANSYAH PUTRA

KATA PENGANTAR

Assallamu' alaikum wa rohmatullahi wabarakatuh, Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah Subahanahu Wa Ta' ala, berkat dan Karunia- Nya Penulis sanggup menuntaskan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul “ **PERANCANGAN PEMBERIAN PAKAN AYAM BERBASIS ARDUINO** ”. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad Shalallahu' alaihi Wasalam, Keluarga , serta para sahabatnya sebab telah membawa kita ke zaman yang dipadati ilmu serta suri tauladan terbaik sampai akhir zaman.

Skripsi ini disusun guna penuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA. Tidak cuma itu, penyusunan seminar proposal ini pula membagikan pengalaman yang bermanfaat dan pula berharga buat penulis dari proses awal hingga akhir

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak terlepas dari dukungan, bimbingan,support serta doa yang tulus dari banyak pihak, dari masa perkuliahan hingga pada penyusunan skripsi ini. Tanpa itu semua sangatlah tidak mudah untuk penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh sebab itu, dalam kesempatan ini penulis dengan mau menyampaikan terima kasih yang setulus- tulusnya kepada:

1. Dalam penyusunan skripsi ini, tidak terlepas dari dukungan, bimbingan,support serta doa yang tulus dari banyak pihak, dari masa perkuliahan hingga pada akhir penyusunan skripsi ini. Tanpa itu semua sangatlah tidak mudah untuk penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh sebab itu, dalam kesempatan ini penulis dengan mau menyampaikan terima kasih yang setulus- tulusnya kepada:Ayahanda tercinta Abdul Muthalib dan Ibunda tercinta Faridah selaku orang tua yang tiada henti memberikan doa serta dukungan baik moral maupun materil bagi penulis.
2. Kun Fayakun, ST., MT dan Rosalina, ST., MT selaku pembimbing II yang tidak pernah lelah mebimbing penulis dalam segala hal, baik dalam ilmu pengetahuan, nasehat serta motivasi sehingga penulis mampumenselesaikan tugas akhir ini.
3. Dr. Dan Mugidi, S.T., M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.

4. Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D selaku Kaprodi Teknik Elektro yang telah mewakili orang tua dalam hal pendidikan dan pembimbing akademik dikampus Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
5. Seluruh dosen Teknik Elektro UHAMKA yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas ilmu dan bimbingannya yang telah diberikan selama menempuh pendidikan.
6. Kawan-kawan Teknik Elektro, khususnya angkatan 2017 yang telah memberikan semangat, dukungan, doa serta bantuan kepada penulis dari awal masa kuliah hingga saat ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan penulis memohon maaf kepada semua pihak apabila terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar penulis dapat memperbaiki skripsi ini untuk selanjutnya. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak-pihak lain yang membutuhkan.

Bekasi, 18 Januari 2024



Firmansyah Putra

1703025014

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : _Firmansyah Putra_____

NIM : _1703025014_____

Program Studi : _Teknik Elektro_____

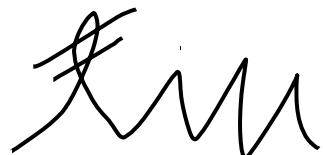
Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (non-exclusive royalty free right) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

Perancangan Pemberian Pakan Ayam Berbasis Arduino

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA (UHAMKA) berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Bekasi, 18 januari 2024



Firmansyah Putra

NIM. 1703025014

ABSTRAK

PERANCANGAN PEMBERIAN PAKAN AYAM BERBASIS ARDUINO

FIRMANSYAH PUTRA

Usaha peternakan Ayam mempunyai prospek untuk dikembangkan karena tingginya permintaan akan produk pada peternakan ayam. Memanfaatkan perkembangan teknologi di dalam peternakan ayam sangat membantu dalam meningkatkan produk maupun dapat mempermudah dalam pembudidayaannya. Penerapan teknologi ini berupa alat bantu pemberi pakan ayam. Pemberian pakan secara manual banyak menguras tenaga dan menyita waktu yang terbuang percuma. Dari permasalahan tersebut maka dibutuhkan suatu alat yang dapat memberi pakan ayam secara otomatis. Menggunakan teknologi mikrokontroler Arduino Uno dengan komponen lainnya. Memiliki fasilitas seperti motor servo untuk membuka dan menutup pakan, dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi wadah pakan terisi atau tidak dan juga ada sensor load cell untuk menimbang pakan yang akan diberi oleh ayam dengan sesuai usia ayam itu sendiri, indikator berupa LCD, dan buzzer, yang dapat mengirimkan informasi sehingga dapat dilihat oleh pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan ayam otomatis ini mampu menampung pakan pada wadahnya sebanyak 3kg serta pengeluaran pakan yang mempunyai kesalahan atau error 0%. Dapat mendeteksi pakan habis oleh sensor ultrasonik apabila sisa pakan ayam tersisa sebanyak 20,5gram.

Kata Kunci: Mikrokontroler, Motor Servo, Pakan Otomatis, Sensor Ultrasonik, buzzer dan sensor Load cell.

ABSTRACT

DESIGN OF ARDUINO BASED CHICKEN FEEDING

FIRMANSYAH PUTRA

The chicken farming business has prospects for development due to the high demand for products in chicken farming. Utilizing technological developments in chicken farming is very helpful in improving products and can make it easier to cultivate them. The application of this technology is in the form of a tool to provide chicken feed. Feeding manually takes a lot of energy and wastes time. Due to this problem, a tool is needed that can feed chickens automatically. Using Arduino Uno microcontroller technology with other components. Has facilities such as a servo motor to open and close the feed, equipped with an ultrasonic sensor to detect whether the feed container is filled or not and there is also a load cell sensor to weigh the feed to be given by the chicken according to the age of the chicken itself, an indicator in the form of an LCD, and a buzzer, which can send information so that it can be seen by users. The results of the research show that this automatic chicken feeder is able to accommodate 3kg of feed in its container and produces feed with an error of 0%. Can detect finished feed using an ultrasonic sensor if 20.5 grams of chicken feed remains.

Keywords: *Indicator, Microcontroller, Servo Motor, Automatic Feed, Ultrasonic Sensor, buzzer.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	viii
ABSTRAK	ix
PERANCANGAN PEMBERIAN PAKAN AYAM BERBASIS ARDUINO	ix
ABSTRACT	x
DESIGN OF ARDUINO BASED CHICKEN FEEDING.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian	5
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 Pakan Ternak	6
2.2 Arduino UNO	7
2.3 Hardware	9
2.4 Software.....	10
2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04	10
2.2.1. Cara kerja Sensor Ultrasonik HC SR04	11

2.6	Motor Servo.....	12
2.7	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	14
2.8	Serial Komunikasi 12C (Inter Integrated Circuit)	16
2.9	Buzzer.....	16
2.10	Real Time Clock (RTC)	17
2.11	Sensor Load cell	18
BAB III PERANCANGAN SISTEM		20
3.1	Alur perancangan.....	20
3.2	Blok Diagram Sistem	21
3.3	Identifikasi Kebutuhan	21
3.4	Sistem Perancangan Alat.....	23
3.5	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	24
3.6	Perancangan Pakan Ayam	24
3.6.1	Perancangan Sensor Ultrasonik HC-SR04	25
3.6.2	Perancangan Rangkaian Buzzer/alarm.....	26
3.6.3	Perancangan Rangkaian Load cell Hx-711	27
3.6.4	Perancangan Rangkaian Motor Servo	27
3.6.1	Perancangan Real Time Clock (RTC)	28
3.6.2	Perancangan Rangkaian LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	29
3.7	Perancangan Perangkat Lunak (Software)	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Hasil Perancangan Perangkat Keras (Hardware)	33
4.2	Hasil Pengujian.....	35
4.3.1	Pengujian Sensor HC-SR04.....	35
4.3.2	Pengujian LCD	36
4.3.3	Pengujian RTC	38
4.3.4	Pengujian Buzzer	40
4.3.5	Pengujian Motor Servo	41

4.3.6	Implementasi Sistem Pemberian Pakan Ayam Otomatis.....	43
BAB V		44
Kesimpulan dan Saran		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	44
	DAFTAR PUSTAKA.	45
	LAMPIRAN.	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pakan ayam.....	7
Gambar 2. 2 Arduino Uno	8
Gambar 2. 3 Sensor Ultrasonik	11
Gambar 2. 4 Skematik Motor servo	12
Gambar 2. 5 Prinsip Kerja motor servo.....	13
Gambar 2. 6 Skematik Rangkaian LCD.....	14
Gambar 2. 7 Skematik Rangkaian 12C	16
Gambar 2. 8 Skematik Buzzer.....	17
Gambar 2. 9 Skematisil Modul RTC.....	18
Gambar 2. 10 Rangkaian Sensor <i>Load Cell</i>	19
Gambar 3.1 Sistem ini menggunakan skema close loop control system.....	21
Gambar 3.2 Diangram Blok Kinerja Alat Pemberi Pakan Ayam Otomatis	23
Gambar 3.3 Gambar rangkaian dari Pakan Ayam Otomatis	25
Gambar 3.4 Perancangan Sensor HC-SR04	26
Gambar 3.5 Rangkaian pada Buzzer/alarm	26
Gambar 3. 6 Skematik rangkaian Motor Servo ke Arduino Uno	28
Gambar 3. 7 Skematik Rangkaian RTC DS1307 ke Arduino Uno	29
Gambar 3.8 Skematik Rangkaian LCD 20X4 dan 12C LCD.....	30
Gambar 3. 9 Tampilan Antarmuka Arduino IDE	32
Gambar 4.1 Perancangan Pakan Ayam Otomatis.....	33
Gambar 4.2 Skematik Sensor HC-SR04.....	35
Gambar 4.3 Flowchart Pengujian LCD	37
Gambar 4.4 Tampilan pada LCD	37
Gambar 4.5 Flowchart Pengujian RTC	38
Gambar 4.6 Flowchart Pengujian Buzzer.....	40
Gambar 4.7 Flowchart Pengujian Motor servo	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Fungsi LCD	14
Tabel 3.1 Komponen Komponen Alat Pakan Ayam Otomatis	22
Tabel 3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)	23
Tabel 3.3 Koneksi Pin Buzzer ke Arduino Uno	27
Tabel 3.4 Koneksi Pin motor servo ke Arduino Uno.....	28
Tabel 3.5 Koneksi Pin RTC DS1307 pada Arduino Uno	29
Tabel 3.6 Koneksi Pin RTC DS1307 pada Arduino Uno	30
Tabel 4. 1 Hasil pengujian kinerja Sensor Ultrasonik	36
Tabel 4. 2 Pengujian pad RTC	39
Tabel 4. 3 Pengujian pada Buzzer	40
Tabel 4. 4 Pengujian Motor Servo.....	41
Tabel 4. 5 Pengujisn Sensor LoadCell	42
Tabel 4. 6 Implementasi Sistem Pemberian Pakan Ayam Otomatis	43

DAFTAR LAMPIRAN

lampiran 1. 1	53
lampiran 1.2.	52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ayam yang sehat dan banyak gizinya akan memerlukan pemeliharaan yang extra dari segi pakan, minum maupun dari kebersihan pada kandang tersebut, dari hal segi pakan yang pada umumnya ayam biasanya diberikan pakan dengan menggunakan manual, yaitu dengan cara menuangkan atau menaburkan pakan pada tempat yang sudah disediakan; melakukan setiap hari memerlukan waktu dan tenaga. (Septianto, 2020)

Sangat penting dalam memelihara ayam broiler untuk memberi ayam broiler pakan secara teratur agar mereka tidak kekurangan nutrisi dan cairan, karena hal ini dapat menyebabkan kematian. Ketidakteraturan dalam waktu pemberian pakan pada ayam broiler adalah salah satu masalah sering dilakukan saat memelihara ayam. Ada kemungkinan bahwa ayam akan kekurangan nutrisi, menghambat pertumbuhan, atau bahkan meninggal dalam peternakan. Oleh karena itu, untuk memastikan bahwa ayam diberikan pakan secara teratur, alat pemberi pakan otomatis yang dibuat dengan Arduino Uno telah diatur waktunya untuk memastikan bahwa ayam diberikan pakan tepat waktu. Selain itu, ayam tetap sehat dan memudahkan para peternak ayam agar pemberian pakan terhadap ayam di berikan tepat sesuai waktu. Dan kesehatan ayam tetap terjaga dan bisa menghasilkan ayam berkualitas. (Gunawan et al., 2021)

Industri ayam di Indonesia telah berkembang dengan cukup pesat. dan merupakan salah satu dari jenis usaha yang dilakukan secara signifikan oleh masyarakat Indonesia.

Bisnis peternakan ayam sangat dipengaruhi oleh peningkatan perlunya produk ayam seperti telur dan daging. (Sutrisno dan Haryani 2017)

Dengan kemajuan teknologi yang semakin cepat ini, masyarakat mengharapkan bahwa teknologi akan mempermudah dengan aspek kehidupan manusia. Yaitu merupakan satu aspek kehidupan manusia diharapkan untuk dipermudah ini adalah kegiatan berwirausaha, yang akan memungkinkan usaha dilakukan dengan cara yang efisien, praktis, dan efektif. (Sari, Nur Komala Burhanuddin Dirgantoro, Ir. and MT. M. Ramdhani, ST., published in 2011)

Alat pemberian pakan ayam mekanik yang dikontrol oleh peralatan elektronik dapat mempermudah pemberian pakan ayam. Akibatnya, saya ingin membuat perancangan pemberi pakan ayam yang berbasis Arduino UNO untuk laporan tugas akhir kali ini.

Mereka harus memberikan pakan ayam setiap hari, jadi mereka harus memberikan pakan ayam dengan tangan dengan cara menaburkan pakan pada wadah. Mereka tidak boleh meninggalkan ayam untuk beberapa hari. Peternak ayam akan menghabiskan banyak waktu untuk melakukan hal-hal seperti itu. Selama ini, banyak solusi alternatif telah digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan cara memberi pakan pada ayam. Baik bersifat semi-otomatis dan yang otomatis.

Teknologi semi-otomatis merupakan pembuatan teknologi tepat guna yang dimana pakan ayam dapat digesek menggunakan wadah atau pipa, dan teknologi Otomatis seperti Peracangan Pemberian Pakan Ayam Otomatis yang menggunakan Arduino uno.

Arduino merupakan perangkat umum yang sifatnya sumber terbuka yang dapat digunakan oleh mereka yang merancang dan membuat perangkat elektronik.

Selain itu, softwarenya mudah digunakan dan membantu pengguna. Salah satu fungsinya adalah untuk membuat perangkat yang bekerja secara otomatis.

Ini adalah contoh di mana pada Papan arduino merupakan Perangkat Hardware dan IDE. (*Integrated Development Environment*) merupakan program Hardware untuk digunakan dengan memprogram. Peralatan yang bisa bekerja secara otomatis untuk memiliki Kualitas bagus maka dengan mempermudah pekerjaan manusia agar jadi efisien dan hemat.

Karena itu, dalam penelitian ini, diharapkan bahwa penggunaan alat mekanik yang diatur oleh RTC (Real Time Clock) akan mempermudah pemberian pakan ayam. Problem ini memicu ide untuk menerapkan teori automasi ke peternakan ayam broiler. Ideya adalah membuat program kontrol agar dapat memberikan pakan ayam dengan cara otomatis sesuai jadwalnya. Pada alat kontrol dirancang dan dibuat untuk digunakan dengan mikrokontroller arduino, motor servo, dan LCD dengan RTC yang dapat mengatur jadwal pemberian pakan dan juga menggunakan Sensor Load cell untuk menimbang pakan dengan sesuai takaran.

Pemicu penggerakan mekanika alat pemberi pakan ayam sistem menggunakan sistem RTC sebagai pengatur jadwal pakan. Pada program yang sudah dirangkai dari lcd user dapat mengatur pada Real Time CLock dan jadwal menghentikan putaran motor servo, serta alarm yang berfungsi sebagai penanda bahwa persediaan pakan ayam pada wadah utama hampir habis untuk saat pakan sudah jatuh tempo. (Achmad Nur Faizal, 2019)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membuat rancangan dan alat kontrol dengan memberikan Pakan Ayam Secara Otomatis?
2. Dengan mengetahui ketepatan waktu (Real Time Clock) dan cara kerja alat otomatis ini sehingga memanfaatkan kinerja RTC?
3. Menimbang pemberian pakan ayam dengan menggunakan sensor Load cell yang sudah disesuaikan jumlahnya?
4. Bagaimana mengetahui sensitivitas sensor Ultrasonik terhadap respon pakan yang sudah terisi dan pakan yang kosong pada wadah utama?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada permasalahan yang timbul dari rumusan masalah di atas maka penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Merancang alat otomatis yang mempertimbangkan pengaturan waktu pada rtc dan dengan menggunakan loadcell sebagai timbangan pakan
2. Mengaplikasikan ketepatan waktu Real Time Clock pada system minimum mikrokontroller arduino
3. Mengetahui sensitivitas sensor ultrasonik terhadap pakan diwadah utama

1.4 Batasan Masalah

1. Membuat rancangan pada alat pakan menggunakan arduino dan RTC sebagai pengatur waktu.
2. Penggunaan Sensor ultrasonik sebagai pendekripsi pakan akan abis dan pada buzzer menunjukan s tanda bahwa pakan ayam sudah habis
3. Menggunakan motor servo SG90 sebagai pembuka otomatis pada wadah pakan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari pembuatan projek akhir ini yaitu :

1. Membantu peternak ayam untuk menghemat waktu dan tenaga untuk memberikan pakan secara manual.
2. Pakan tidak selalu diberi maka dari itu tidak diperlukan sistem konvensional dan ayam ternak dapat ditinggal disementara waktu .

1.6 Sistematika Penelitian

Metode Peneliti bawah dilakukan dengan Langkah – langkah didalam proses perancangan dan realisasi Proyek Akhir ini

BAB I Pendahuluan

di lakukan dengan cara ini yang merupakan tentang latar belakang pemilihan judul, rumusan masalah, tujuan rancangan, batasan masalah, manfaat rancangan.

BAB II Dasar Teori

Teori dan perancangan alat otomatis dibahas dalam bab ini. Mikrokontroler dibahas sebagai pendukung alat otomasi dan sebagai penggerak sistem mekanik.

BAB III Metodologi Perancangan

Metodologi perancangan pada berikut ini penulis menjelaskan tentang kebutuhan pada alur dari perancangan alat pemberian pakan ayam otomatis yang akan dibuat untuk penelitian ini.

BAB IV Hasil Dan Pembahasan

Dilakukan dengan cara diisi pengujian pada alat yang digunakan cara pengukuran dengan menganalisa hasil dan pembahasan pada hasil rancangan dan bahan pada sebuah sistem, dan juga hasil pengujian dari kinerja sistem berdasarkan agar tujuan yang segera tercapai.

BAB V Kesimpulan Dan Saran

Peneliti akhir merupakan kesimpulan dari hasil penelitian terhadap tujuan penelitian, serta saran untuk memberikan informasi maupun masukan terkait permasalahan yang terjadi selama proses penelitian agar dapat diperbaiki pada penelitian selanjutnya.

BAB 2

DASAR TEORI

Teori ini menerapkan bawah terutama merupakan ilmu pengetahuan. Dalam riset ini penulis menarangkan sebagian bawah teori yang digunakan. Sehingga dalam perancangannya bisa menguasai bagian- bagian yang tercantum dengan gampang. Dengan demikian riset yang ditunjukan menjadi jelas, sistematis, serta ilmiah. Teori biasanya dipecah jadi sebagian bagian antara lain semacam Rancangan bangun, Arduino, sensor ultrasonik, motor servo, penanda ataupun notifikasi(indikator), serta real time clock, Sensor LoadCell.

2.1 Pakan Ternak

Pada pemberian pakan atau nutrisi dengan memberikan kepada hewan ternak disebut pakan. Dengan istilah ini berasal dari bahasa Jawa dan berarti pakan adalah materi dan Energi yang diperlukan untuk membantu pertumbuhan kelangsungan kehidupan makhluk hidup. Protein adalah komponen paling penting dari pakan. Pakan berkualitas tinggi memiliki rasio Protein, Lemak, Karbohidrat, Mineral, dan Vitamin seimbang. berdasarkan jenisnya ransum dibagi menjadi 3 jenis: mash, pelet, dan crumble (Yohanna et al., 2018).

Hal apa yang diperhatikan tentang pakan adalah bahwa pakan tidak boleh disimpan lebih dari dua minggu dan harus disimpan di tempat yang kering atau tidak lembap bilamana pakan tersebut disimpan tempat lembap maka akan tumbuh jamur atau basi. Jika membeli pakan dipabrik, pastikan pabrik tersebut memproduksi pakan berkualitas yang tinggi, karena kualitas menjamin agar pakan mendapatkan kualitas ternak.

agar ayam pedaging dapat menghasilkan daging kualitas tinggi, dengan beberapa hal diperlukan dan diperhatikan saat memeliharanya. melakukan pengecekan rutin pada ayam; berikut adalah fakta bahwa ayam broiler yang perluh kita tidak pernah diberi pakan.



Gambar 2. 1 Pemberian pakan ayam broiler sesuai dengan usia

NO.	Umur Ayam	Jumlah Ayam	Pakan Ayam Perhari/Gram
1.	1-7 Hari	1 Ekor	17 gram
2.	8-14 Hari	1 Ekor	43 gram
3.	15-21 Hari	1 Ekor	66 gram
4.	22-28 Hari	1 Ekor	91 gram
5.	29-35 Hari	1 Ekor	111 gram
6.	36-42 Hari	1 Ekor	129 gram

Tabel 2. 1 Pemberian pakan ayam sesuai umur

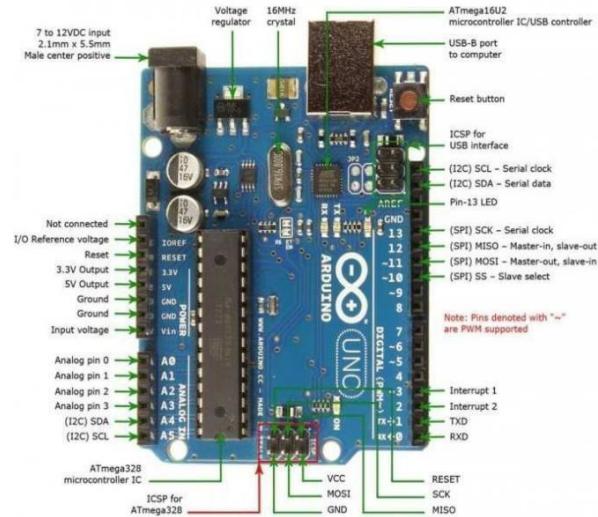


Gambar 2. 2 Pakan ayam

2.2 Arduino UNO

Sebagaimana ditunjukkan dalam datasheet, di board mikrokontroler berbasis ATmega328. Input digitalnya empat belas pin dan enam pin, masing-masing. Mereka dapat digunakan sebagai input analog enam pin, output PWM, osilator kristal 16 MHz, header ICSP, dan tombol reset. Anda dapat mendukung mikrokontroler dan membuatnya dapat digunakan dengan menghubungkan papan Arduino Uno ke komputer dengan kabel AC atau USB. Anda juga dapat

menghubungkannya ke adaptor-DC atau baterai. Board ini berbeda dari versi sebelumnya karena menggunakan chip Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial.



Gambar 2. 3 Arduino Uno

Salah satu keuntungan Arduino adalah bootloader yang dimasukkan ke dalamnya yang menangani penguploadan program dari Arduino, yang menghilangkan kebutuhan akan perangkat chip programmer.

Mesin computer mempunyai kemampuan komunikasi USB Arduino dapat digunakan oleh pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323.

Arduino Uno memiliki hardware yang dilengkapi dengan prosesor Atmel AVR, dan softwarenya menggunakan bahasa pemrograman C. Arduino Uno memiliki memori flash 32KB, 2KB SRAM, dan 1KB EEPROM, dan jamnya menggunakan XTAL dengan frekuensi 16 Mhz. Software Arduino dilengkapi dengan banyak library dan modul siap pakai (shield).

Arduino Uno, yang panjangnya 28 kaki dan sering digunakan, membutuhkan tegangan aktif kisaran 5 volt. Setiap 14 kaki digital di Uno memiliki tegangan maksimum 5 volt dan dapat memberikan atau menerima hingga 40 mA, dan 6 kaki dapat memberikan output PWM (3,5,6,9,10, dan 11).

Untuk input analog, ada enam kaki, yaitu kaki A0 hingga A5. Kaki Vin berfungsi sebagai sumber tegangan untuk sumber daya eksternal selain adaptor dan USB.

Untuk analog input terdiri dari 6 kaki, kaki A0 sampai kaki A5. Kaki Vin merupakan tempat input tegangan saat menggunakan sumber daya eksternal selain USB dan adaptor.

2.3 Hardware

Jenis hardware Arduino berbeda-beda, dengan masing-masing memiliki Kelebihan dan Kekurangan pada suatu sistem. Penggunaan Setiap jenis disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan, yang berdampak pada jenis kontroler yang digunakan. Jenis Mikrokontroller yang digunakan dalam penelitian merupakan Arduino uno, yang memiliki lebih banyak fungsi daripada yang lain. Hardware Mikrokontroller memiliki syarat-syarat sebagai berikut:

14 pin input digital (pin 0–13) dan 6 pin input analog (pin 0–5). Beberapa pin digital dengan nomor 0–13 dapat digunakan baik sebagai input maupun output dengan metode membuat program. Pin output analog terdiri dari pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11. Mereka dapat membaca nilai input yang memiliki nilai analog dan mengubahnya menjadi angka antara 0 dan 1023.

Papan Arduino Uno dapat mendapatkan daya dari port USB komputer melalui pengisi daya USB atau adaptor AC 9 volt. Namun, jika adaptor AC tidak tersedia secara bersamaan, papan Arduino Uno akan mendapatkan daya dari port USB komputer. Menurut(B. Gustomo 2015)

2.4 Software

Aplikasi arduino yang digunakan merupakan driver serta IDE, meski masih terdapat sebagian aplikasi lain yang sangat bermanfaat sepanjang pengembangan arduino. Integrated Development Environment(IDE), sesuatu program spesial buat suatu pc supaya bisa membuat sesuatu rancangan ataupun sketsa program buat papan Arduino. IDE arduino ialah aplikasi yang sangat mutahir ditulis dengan memakai java. IDE arduino terdiri dari:

1. Redaksi program

suatu window yang memungkinkan pengguna membuat dan mengubah aplikasi menggunakan bahasa pengolah.

2. Compiler

mengidentifikasi kesalahan kode sintaks sketch, Anda dapat menggunakan peran buat kompilasi sketch tanpa mengunggah keboard. Suatu mikrokontroler tidak akan dapat menguasai bahasa pemrosesan, meskipun materi dapat merubah kode program menjadi kode biner.

3. Uploader

Bertanggung jawab untuk mengunggah kompilasi gambar ke papan dengan ditetapkan. Pesan error akan muncul jika board belum terpasang sebelum alamat port COM belum dikonfigurasi dengan benar. dapat digunakan untuk memasukkan kode biner ke dalam memori papan Arduino. (Sumber: B. Gustomo, 2015)

2.5 Sensor Ultrasonik HC –SR04

Sensor Ultrasonik HC-SR04 menemukan pengiriman untuk menerima gelombang ultrasonic refleksi dan bekerja sebagai variable dengan merubah besaran pada bunyi menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja modul sensor adalah untuk mendeteksi objek yang mengirimkan gelombang ultrasonic dan menerima gelombang refleksi ultrasonic. (Pratama et al., 2012).

Berdasarkan fungsinya. Untuk pakan DOC ayam pedaging, gelombang ultrasonik dapat digunakan secara otomatis untuk mengukur jarak makanan dalam 17 B di gudang atau tangki. Spesifikasi sensor HC SR04 berdasarkan datasheet :

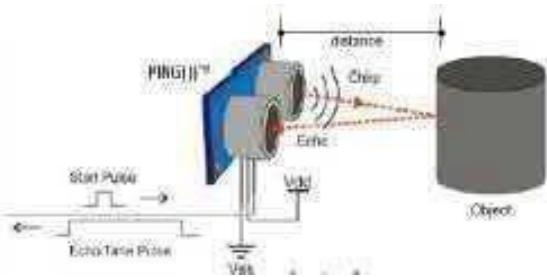
Spesifikasi sensor HC SR04 berdasarkan datasheet :

- Tegangan Input 5V DC
- Konsumsi Daya 15 mA
- Rentang pengukuran antara 2cm – 4m.
- Memiliki 4 pin VCC, Trigger, Echo, dan Ground

2.2.1 Cara kerja Sensor Ultrasonik HC SR04

Prinsip pengoperasian dengan Sensor Ultrasonik ini yaitu untuk memancarkan sinyal USG lalu diukur dengan waktu yang diperlukan untuk refleksi tiba objek. (Arasada, 2017)

Sensor terbagi menjadi 2 unit yaitu pemancar dan penerima pada suatu gelombang sensor ultrasonik, ini adalah kombinasi Kristal Piezoelektrik. Mekanisme pada Jangkar dan terhubung ke suatu objek yang terima. Kemudian bergantung pada polaritasnya, kristal mengikat, mengembang, atau berkontraksi pada suatu tegangan yang diterima, yang dikenal sebagai efek Piezoelektrik. (Program et al., 2019)



Gambar 2. 1 Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik HC-SR04 merupakan versi murah dari sensor ultasonik PING buatan parallax. Dengan membedakannya adalah jumlah pin yang digunakan:

- a. Pin 1 : Vcc (dihubungkan ketegangan +5V)
- b. Pin 2 : Trig (untuk mengirimkan gelombang suara)
- c. Pin 3 :Echo (untuk menerima pantulan gel)
- d. Pin 4 : Gnd (dihubungkan ke ground)

Amplitudo sinyal yang dihasilkan oleh penerima bergantung pada jarak ke objek yang terdeteksi. Ketika gelombang yang dipantulkan mengenai penerima, jarak ke target dihitung menggunakan rumus berikut:

$$s = \frac{v t}{2}$$

Dengan ini s = jarak sensor terhadap objek

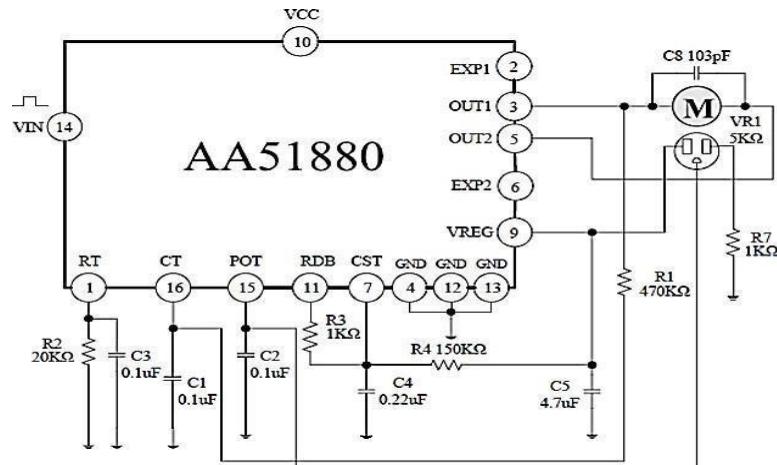
v = cepat rambat gelombang ultrasonik di udara

t = selisih waktu dipancarkan dan waktu diterima gelombang

2.6 Motor Servo

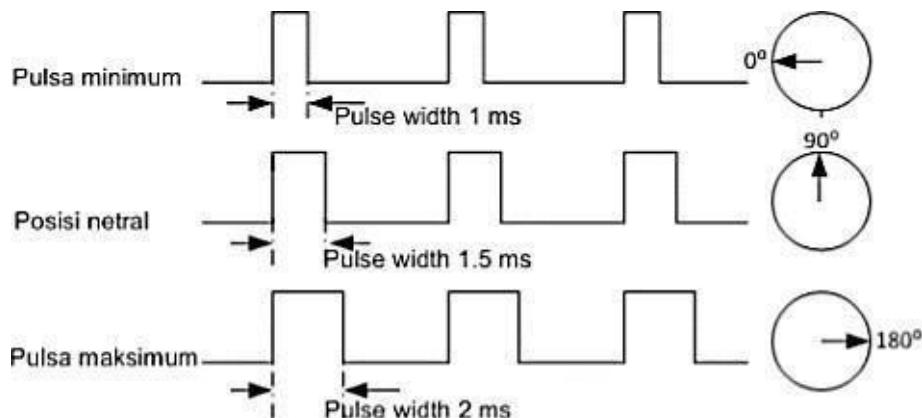
Motor Servo merupakan sejenis motor DC yang lebih kecil perlengkapan khusus memungkinkan pada motor untuk digerakkan dengan sudut tertentu dengan aktuator putar. Servo dibuat dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup dan dapat diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut poros keluar motor. (Vionna Wedhariny, 2019)

Motor servo biasanya memiliki sudut putar 180 derajat, tetapi motor servo rotasi (terus-menerus) memiliki sudut putar 360 derajat. Tiga PIN dimiliki oleh motor servo: VCC, GND, dan signal/kontrol.



Gambar 2. 5 Skematik Motor servo

Pada Motor servo terdiri dari motor DC, komposisi gearbox, dan pada rangkaian kontroler. Rangkaian kontroler berfungsi untuk mengontrol motor DC yang ada pada Motor Servo, jadi cukup dengan mengendalikan motor servo dengan memberikan sinyal tertentu kepada rangkaian kontrolernya. Untuk meningkatkan torsi, gearbox digunakan pada motor servo.



Gambar 2. 6 Prinsip Kerja motor servo

Cara kerja motor servo pada dasarnya bergantung pada sinyal modulasi lebar pulsa yang diberikan oleh kabel kontrol. Kabel kontrol mengontrol motor dan mengetahui sudut putaran poros dengan memberikan pulsa sinyal.

Poros servo dengan lebar pulsa 1 mili sekon akan memutar dengan sudut 00, poros dengan lebar pulsa 1,5 mili sekon akan memutar dengan sudut 900, dan poros dengan lebar pulsa 2 mili sekon akan memutar dengan sudut 1800.

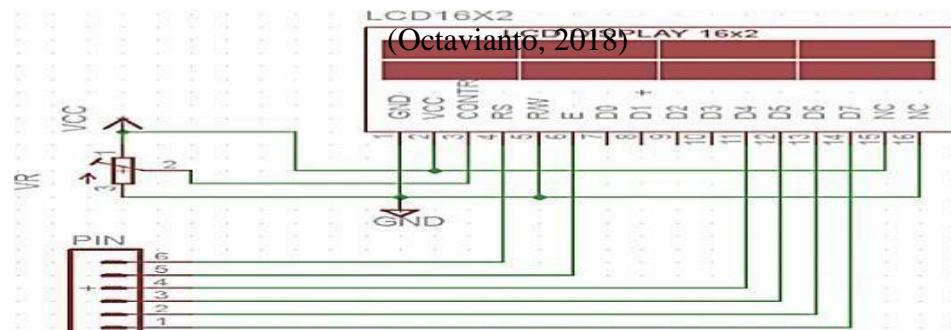
Jika lebar pulsa kurang dari 1,5 mili sekon, poros akan berputar ke arah 00 atau berputar ke kiri, berlawanan arah jarum jam.

2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Liquid Crystal Display (LCD) biasanya disebut "display" atau "LCD saja". LCD dapat menampilkan huruf, angka, dan bahkan gambar. (Sili & Suprianto, 2014)

LCD 16x2 (2 baris 16 kolom) cukup besar untuk menampilkan informasi suhu yang tidak terlalu panjang.

Selain dikenal sebagai LCD 1602, LCD ini memiliki kemampuan untuk bekerja pada 5 Volt. Oleh karena itu, bahwa harus dapat menyambungkannya secara langsung ke pin VCC pada board Arduino.



Gambar 2.7 Skematik Rangkaian LCD

LCD ini dikenal juga dengan LCD 1602. LCD ini bisa bekerja pada 5 volt, sehingga Anda bisa menyambungkannya secara langsung ke pin VCC pada board Arduino.

Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris, LCD ini memiliki 192 karakter tersimpan. Berdasarkan karakteristik , maka semua pin akan digunakan kecuali pin D1

- Penjelasan singkat tentang RS, R/W, dan E: D3 adalah jalur data untuk transfer 4 bit atau 8 bit.
 - RS (*Register Selector*),

Pin ini memiliki kemampuan untuk memilih antara register kontrol dan register data. Register kontrol membantu mengkonfigurasi LCD, sedangkan register data menulis data dalam bentuk karakter untuk ditampilkan pada LCD.

- R/W (*Read/Write*),

Saat mikrokontroller memilih aliran data, dia menulis atau membaca data ke LCD. Jika LCD hanya menampilkan atau membaca data, pin ini dapat disambungkan langsung ke GND sehingga logika dapat diatur menjadi L (rendah).

- #### - Pin E (Enable)

fungsinya adalah untuk mengaktifkan LCD ketika proses penulisan data ke regiter kontrol dan regiter data dengan logika 1 dilakukan. Setiap kali data dikirim atau dibaca, ini juga melakukan proses penulisan ke regiter data. Satu siklus aktivasi

diperlukan untuk pin Mikrokontroler 8 bit, tetapi dua siklus aktivasi diperlukan untuk pin DB4-DB7 .

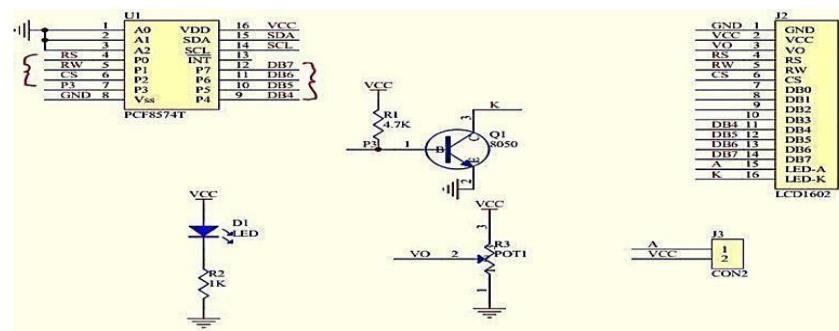
- Pin VLCD

Pin ini diikat ke trimpot 5 Kohm untuk mengontrol kecerahan (kontras) tampilan. Jika tidak digunakan, pin ini diikat ke tanah. Selain itu, tegangan yang diberikan catu daya ke LCD adalah 5 Volt.

2.8 Serial Komunikasi 12C (Inter Integrated Circuit)

Modul I2C adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC atau TWI. Karena tampilannya mirip dengan register, mikrokontroler dapat menggunakan lebih sedikit pin digital untuk outputnya.

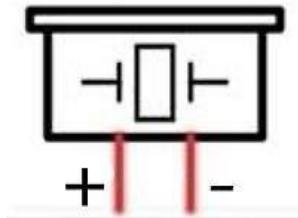
Chip PCF8574 berfungsi sebagai pengubah modul I2C karena memiliki expander I/O 8 bit untuk bus I2C, yang pada dasarnya adalah register shift. Modul ini memiliki sinyal SDA (pengiriman data dan alamat) dan SCL (*clock* dan *wait*) dimana keduanya bersifat *bi-directional* (Nicho Ferdiansyah Kusna, 2018).



Gambar 2.8 Skematik Rangkaian 12C

2.9 Buzzer

komponen yang merubah besaran elektromagnetik menjadi suara atau besaran ktrik menjadi besaran atau getaran suara (Kartika Sari, 2015). Buzzer untuk anatarmuka mikrokontroler dan LED bekerja dengan cara yang mirip dengan loud speaker: kumparan dipasang pada diafragma dan dialiri arus, yang membuatnya menjadi elektromagnet. Buzzer dilengkapi dengan rangkaian piezo elektrik. Ketika diberi tegangan DC pada kedua kutubnya, rangkaian bergetar dan membuat suara.



Gambar 2.9 Skematik Buzzer

Bergantung pada arah arus dan polaritas magnetnya, kumparan yang tersusun tadi akan tertarik ke dalam atau keluar. Suara dihasilkan oleh diafragma yang digerakkan secara bolak-balik oleh setiap gerakan kumparan.

Buzzer biasanya digunakan sebagai tanda proses selesai atau kesalahan pada alat.

2.10 Real Time Clock (RTC)

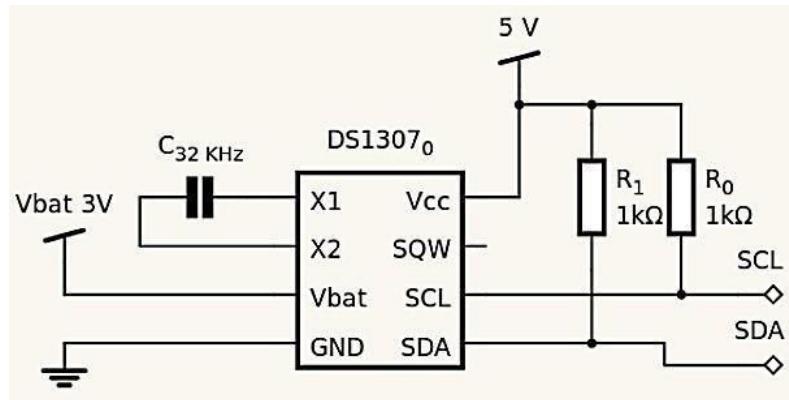
Chip pada jam elektronik Real Time Clock (RTC) memiliki kemampuan untuk menghitung dan menyimpan data waktu yang akurat dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. RTC memberikan daya melalui baterai pada IC karena menggunakan osilator kristalf. (Agus Waluyo, 2018)

Dengan terhubung langsung ke saluran data mikrokontroler, pencacah biner Timer/Counter dapat melihat kondisi pencacah dan mengubahnya jika diperlukan.

Sinyal overflow atau limpahan dihasilkan oleh pencacah saat sinyal clock melebihi kapasitasnya. Suatu catatan menyimpan jumlah pencacah ini. Pada dasarnya, hanya menghitung pulsa jam timer. Dengan dengan menggunakan prescaler yang memiliki faktor 8, 64, 256, atau 1024. Frekuensi pulsa clock dihitung tersebut dapat diperlambat dengan yang sama frekuensi kristal yang dipasanga. (*Risal, 2017*).

Sinyal jam yang diberikan kepada pencacah dibagi menjadi dua kategori:

- a. Karena kondisi pencacah setara dengan waktu yang dapat diprediksi, sinyal jam dengan frekuensi tetap yang besarnya sudah diketahui, pencacah berfungsi sebagai timer.
- b. Sinyal jam dengan frekuensi yang dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi. Pencacah berfungsi sebagai Counter (Pencacah), dan kondisi yang ditunjukkan oleh pencacah menunjukkan jumlah pulsa jam yang telah diterima.

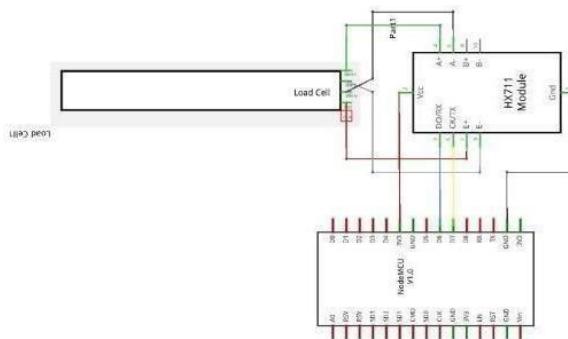


Gambar 2. 10 Skematisil Modul RTC

untuk menyimpan atau mempertahankan informasi tentang waktu yang telah diaktifkan dengan module, baterai jam kancing adalah sumber dayanya sendiri, dan osilator kristal eksternal memastikan bahwa data waktu yang ditampilkan adalah akurat. Jadi, Karena baterai RTC tidak kehilangan daya, Data waktu yang telah dibaca dan ditampilkan tidak akan hilang begitu saja saat perangkat mikrokontroler terhubung ke RTC ini sebagai sumber data waktu dimatikan.

2.11 Sensor Load cell

Beban sel adalah sensor yang sangat umum untuk mengukur kekuatan, terutama untuk pengukuran berat dengan timbangan elektronik. Aplikasi Load Cell sangat sederhana untuk digunakan. Dengan memotong benda, seperti logam, di Load Cell, panjang permukaannya berubah. Sensor sekunder, strain gauge, mengambil perubahan panjang ini dan mengubahnya menjadi perubahan resistensi.(Mandayatma, 2017)



Gambar 2. 11 Rangkaian Sensor Load Cell

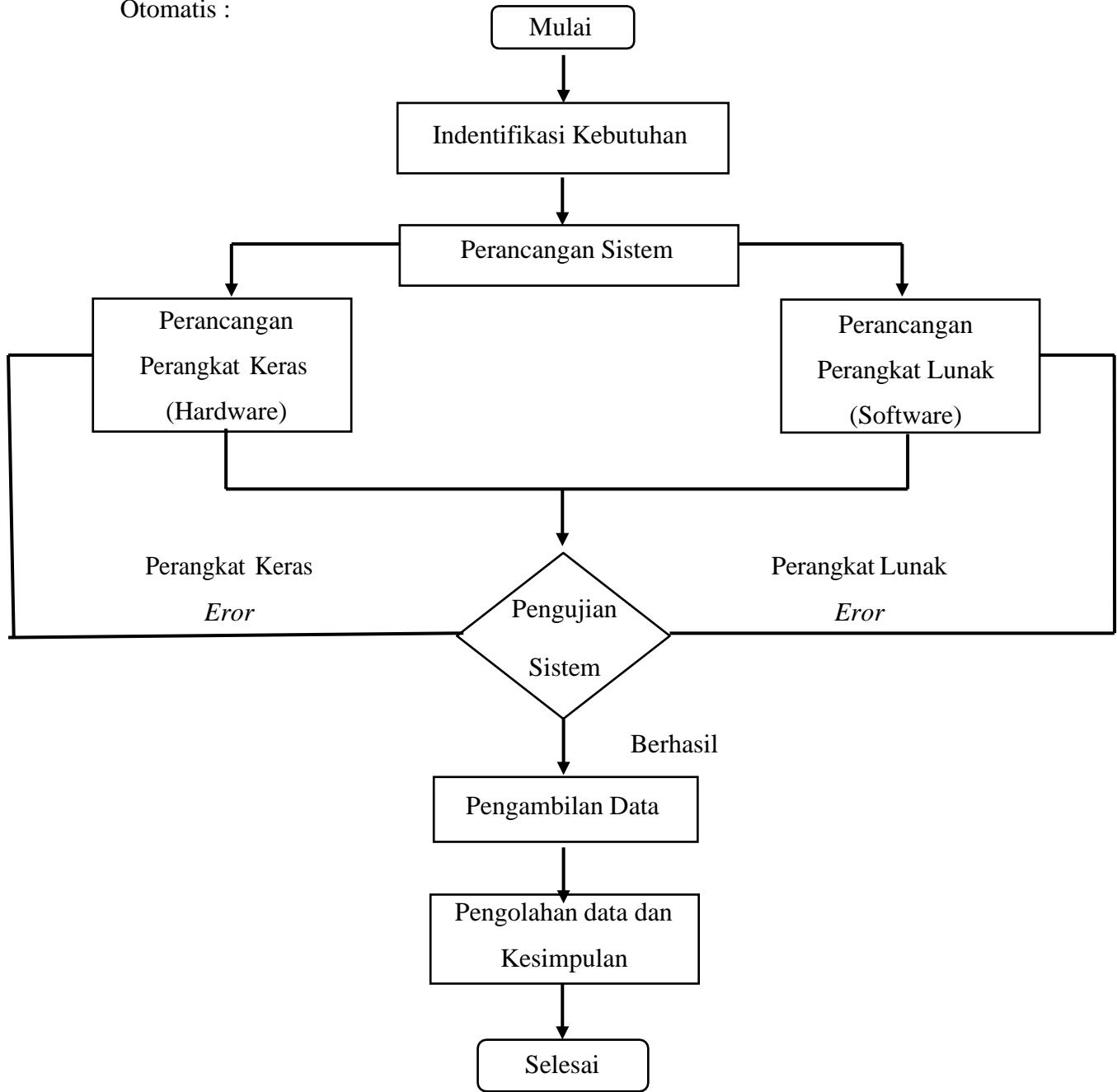
Pada rangkaian sensor load cell menghubungkan ke modul HX711, dari modul HX711 pinnya di hubungkan ke Arduino UNO. Penjelasan penggunaan sensor *load cell*, modul HX711 dan Arduino UNO Penyerapan sel dihubungkan ke pin E+ modul HX711 melalui kabel merah, dan pin E- modul HX711 melalui kabel putih

BAB 3

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Alur perancangan

Berikut ini tahapan yang digunakan peneliti dalam membuat alat Pemberi Pakan Otomatis :



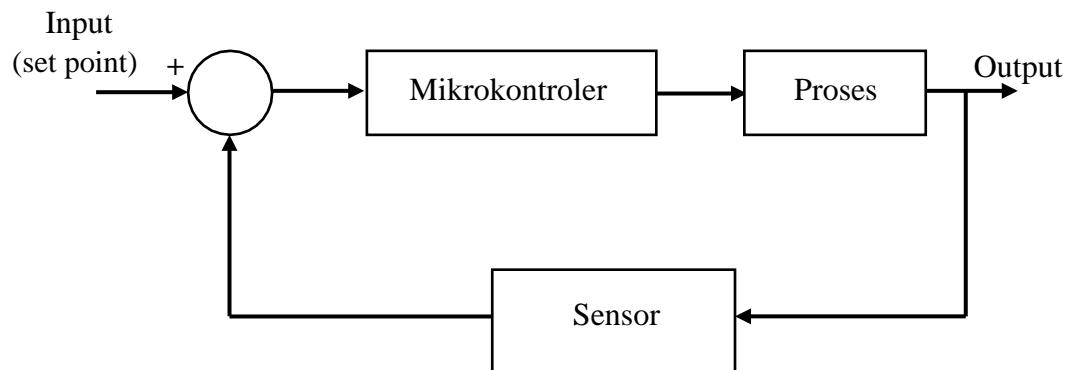
Gambar 3. 1 Flowchart Alur Perancangan

Pada gambar diatas menjelaskan bahwa proses alur perancangan dimulai dari indentifikasi kebutuhan, jadi apa saja yang diperlukan untuk merancang alat tersebut.

Kemudian pada bagian Perancangan Sistem dibagi 2 bagian merupakan Perangkat Keras Perangkat Lunak . Sebuah Perancangan Perangkat Keras ini mengacu kepada sensor akan dipakai, sedangkan dalam perancangan perangkat lunak menuju pada aplikasi yang akan digunakan untuk memprogram sensor-sensor tersebut. Ketika pengujian sistem selesai, apabila terjadi error maka akan dilakukan perancangan ulang akan tetapi jika pengujian sistem berhasil maka akan dilakukan pengambilan data tiap sensor yang digunakan. Jika pengambilan data telah dilakukan selanjutnya adalah pengolahan data lalu menarik kesimpulan

3.2 Blok Diagram Sistem

Sebuah **Gambar 3-2** merupakan gambar blok diagram sistem dengan menjelaskan bagaimana skema kerja pada penelitian ini.



Gambar 3.2 Sistem ini menggunakan skema close loop

control system

Sistem ini menggunakan skema close loop control system, loop tertutup adalah sistem kontrol umpan balik yang hasil dari keluarannya akan ikut mempengaruhi aksi dari kontrolnya. Set point yang diberikan berasal dari hasil pembacaan sensor ultrasonik dengan rentang 9cm-10cm.

3.3 Identifikasi Kebutuhan

Dibagian identifikasi diawali dengan melihat persoalan-persoalan yang dihadapi atau gap yang terjadi antara persoalan yang terjadi (Terdapat dilatar belakang Bab 1). Sebelum memulai proses perancangan Alat/Sistem, Penulis harus pertama-tama memenuhi kebutuhan perangkat keras. (Hardware) ataupun Perangkat Lunak (Software). Kebutuhan seperti ditunjukkan dengan tabel-tabel berikut:

NO	Nama Komponen	Jumlah	Kegunaan
1.	Mikrokontroler Arduino	1	Komponen Utama Proses Kontrol Sistem
2.	Real TimeClock (RTC)	1	Komponen mengatur jadwal yang sudah ditentukan
3.	Motor Servo	1	Sebagai pengerak komponen untuk mengeluarkan pakan ayam
4.	Buzzer/Alarm	1	Untuk memberitahu bahwa pakan ayam pada wadah sudah abis
5.	Adaptor	1	Adaptor untuk memberikan memberikan tegangan input
6.	LCD	1	Menggunakan LCD 20x4.
7.	Sensor Ultrasonik HC SR04	1	Digunakan untuk mengukur jarak pakan pada wadah utama
8.	BreadBoard	1	Untuk menyatukan berbagai alat menjadi satu komponen
9.	Sensor Load Cell		Untuk menimbang pakan yang sudah sesuai takaran

Tabel 3.1 Komponen Komponen Alat Pakan Ayam Otomatis

Pada Tabel 3-1 Penulis memilih mikrokontroler Arduino Uno karena Arduino Uno merupakan mikrokontroler tidak memiliki modul wifi jadi tidak perlu membeli untuk

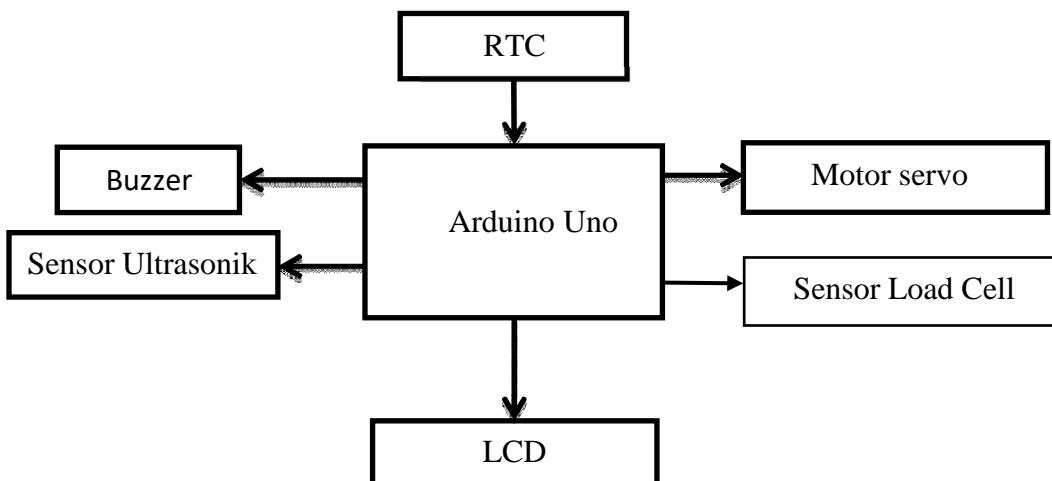
menghubungkan keblynk mikrokontroler dengan modul wifi secara terpisah. Lalu penulis memilih sensor ultrasonik HC-SR04 karena lebih simple dan murah dibandingkan dengan sensor ketinggian yang lain., kemudian pada kabel jumper dan breadboard hanya merupakan komponen pelengkap untuk perancangan tiap sensor. Untuk pipa paralon dan kandang ayam merupakan komponen untuk merakit sistem Pakan Ayam otomatis.

No	Nama Komponen	Fungsi
1	Arduino IDE	Digunakan sebagai program C
2	Fritzing	Membuat rangkaian skema perancangan perangkat keras.

Tabel 3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)

Jadi cara kerja software disini adalah membuat program yang menggabungkan set petunjuk untuk menjalankan proses pengolahan data yang akan dilakukan oleh perangkat keras. Pada penelitian ini penulis akan menggunakan Arduino IDE sebagai software untuk membuat instruksi yang akan dikirimkan ke Arduino Uno lalu akan dieksekusi oleh tiap sensor, sedangkan aplikasi Blynk merupakan software yang berfungsi untuk memantau hasil pembacaan sensor yang dikirimkan oleh tiap sensor melalui modul wifi . Terntunya aplikasi Blynk terhubung dengan Arduino IDE, karena Arduino IDE sebagai wadah yang memberikan instruksi pada tiap sensor dan mengirimkan hasil pembacaan datanya ke aplikasi Blynk. Lalu pada aplikasi fritzing hanya digunakan untuk membuat skema perancangan hardware sedangkan paint 3D hanya untuk membuat skema penerapan pakan ayam otomatis

3.4 Sistem Perancangan Alat



**Gambar 3.3 Diangram Blok Kinerja Alat Pemberi
Pakan Ayam Otomatis.**

Berdasarkan diagram blok diatas prinsip kerja dari alat ini, yaitu ketika adaptor diaktifkan maka Arduino UNO (Pengendali), RTC, motor servo, sensor

Diagram blok di atas menunjukkan prinsip kerja alat ini. Ketika Arduino UNO (controller) dinyalakan, motor servo ds1307, sensor load cell, buzzer, dan LCD akan aktif. Setelah menyesuaikan, tanggal, bulan, dan tahun akan ditampilkan pada LCD. Pakan ayam diberikan dua kali sehari, yaitu pada pukul 08.00 Pagi dan 16.00 Sore. Pada saat Lcd memberitahukan pukul 08.00 Pagi dan 16.00 Sore. Motor Servo akan Bekerja dan tuas Motor Servo bergerak, menyebabkan makanan ayam jatuh ke wadah dengan lubang. Selain itu, sensor load cell akan aktif untuk menimbang berat pakan ayam agar sesuai dengan kebutuhan ayam.

3.5 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada perangkat keras (*Hardware*) ini terdiri dari beberapa rangkaian Buzzer/Alarm, Motor Servo, Real Time Clock (RTC), Load cell dan sensor ultrasonik dijelaskan sebagai berikut:

3.6 Perancangan Pakan Ayam

Perancangan pakan ikan ini menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan chip AVR ATMEGA 328 memiliki fitur seperti PWM, komunikasi serial, ADC, timer, interupt, SPI, dan I2C, yang memungkinkan penggabungan arduino dengan yang lainnya.

komponen lainnya dengan tegangan input yang disarankan adalah 7-12V, dan tegangan pengoperasian adalah 5V. Terdapat koneksi USB untuk memudahkan terhubungnya PC atau laptop ke arduino. Kemudian menggunakan beberapa komponen diantaranya seperti RTC DS1307 yang digunakan untuk mengatur waktu dengan menggunakan baterai, pada saat arduino mati maka RTC ini dapat menyimpan waktu diluar tegangan arduino.

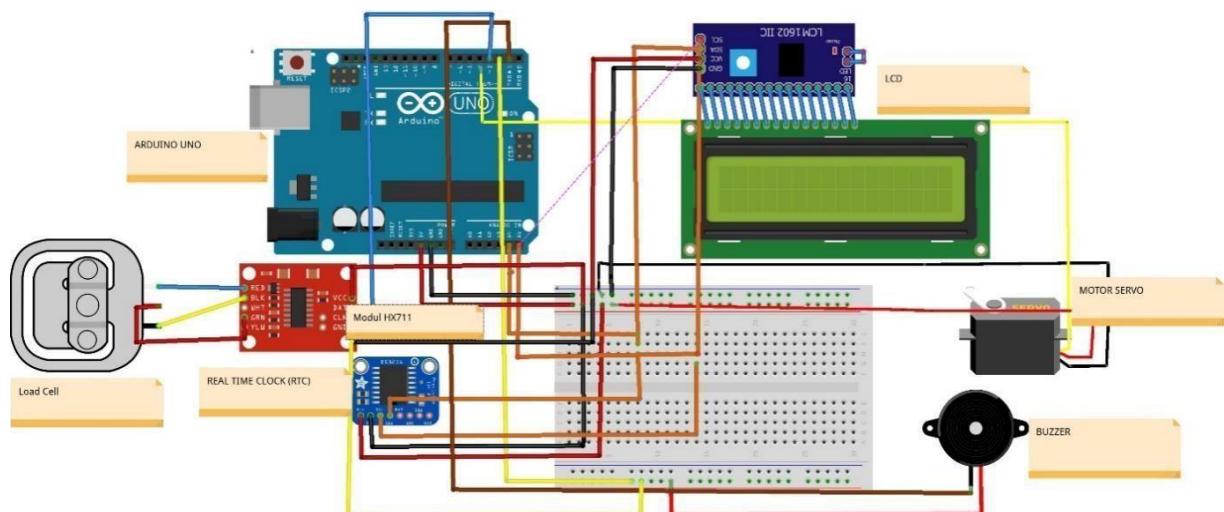
Lalu menggunakan LCD 1602 I2C serial interface yang terdapat 4 pin untuk menghubungkan ke arduino sehingga waktu yang sudah di atur pada RTC dapat ditampilkan melalui LCD. Selanjutnya menggunakan buzzer dapat mengeluarkan bunyi dan dikarnakan daya yg dibutuhkan sangat kecil berfungsi sebagai indikator.

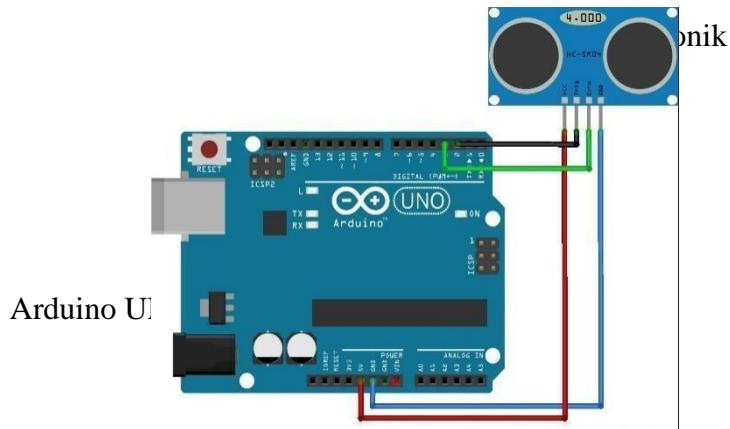
Kemudian menggunakan motor servo SG90 dengan ukuran yang kecil dengan torsi 1,2 - 1,4kg/cm dan menggunakan tegangan 4,8 – 6V sehingga cocok untuk membuka pakan Ayam pada wadah penampungnya lalu ada sensor load cell

untuk menimbang berat pakan agar sesuai dengan kebutuhan pada ayam.

Untuk menghindari kesalahan saat perakitan alat, aplikasi freetzing digunakan untuk membuat skema rangkaian.

Skema rangkaian alat pemberi pakan ayam otomatis yang dirancang untuk digunakan oleh mahasiswa sebagai media dengan menggunakan Fritzing pembelajaran ditunjukkan di bawah ini.



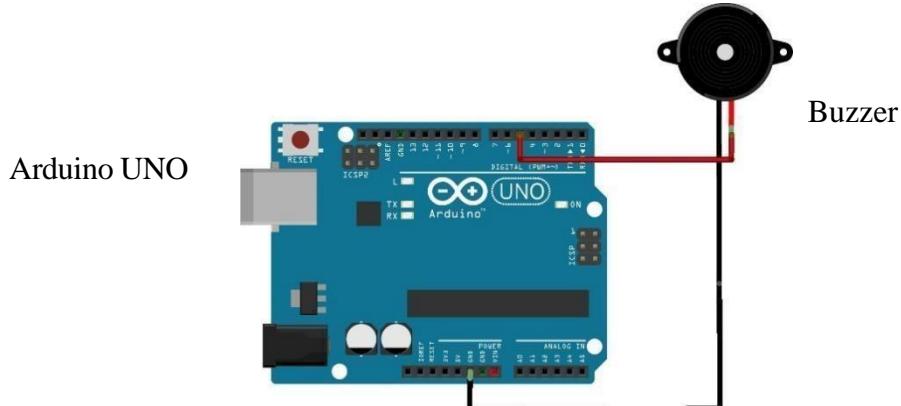


Gambar 3.5 Perancangan Sensor HC-SR04

Pada **Gambar 3-5** Pada Sensor ultrasonik HC-SR04, garis berwarna merah menunjukkan pin VCC, garis biru menunjukkan pin GND, garis hitam menunjukkan pin Trig, dan garis hijau menunjukkan pin Echo.

3.6.2 Perancangan Rangkaian Buzzer/alarm

Rangkaian pada buzzer adalah sebagai indikator, buzzer ini akan mengeluarkan suara apabila alat pakan ayam telah habis, dan akan terus menurusi bunyi hingga pakan terisi



Gambar 3.6 Rangkaian pada Buzzer/alarm

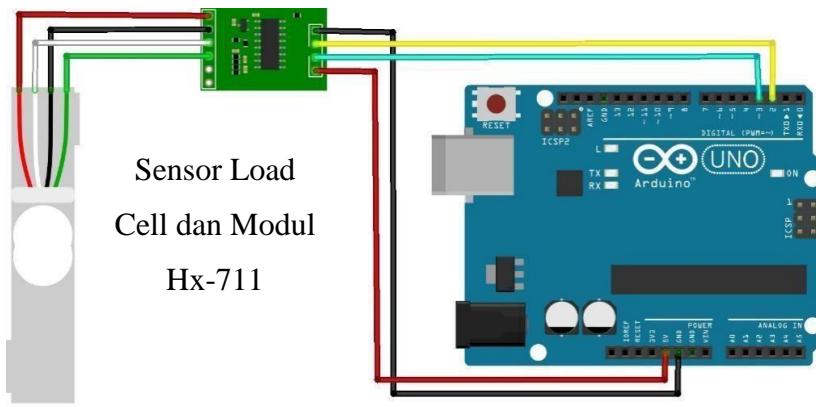
Pada **Gambar 3-6** SR04 adalah pin GND buzzer, dan garis merah menunjukkan pin -5 buzzer.. Ada satu buzzer dan terdiri dari dua kutub, positif dan negatif. Tegangan 3 V sampai 12 V diperlukan untuk menghidupkan buzzer, tegangan lebih akan merusak buzzer.

No modul	Jenis pin	No pin Arduino	Keterangan koneksi pin modul
GSM	modul GSM	Uno	GSM pada Arduino Uno
1	(+) Positif	D5	Ke pin D5 Arduino UNO
2	(-) Negatif	GND	Ke pin GND Arduino UNO

Tabel 3.3 Koneksi Pin Buzzer ke Arduino Uno

3.6.3 Perancangan Rangkaian Load cell Hx-711

Sensor Load cell berguna mendeteksi berat pada pakan pada wadah pakan ayam. Adapun Rangkaian pada sensor load cell agar dilihat diGambar 3.7

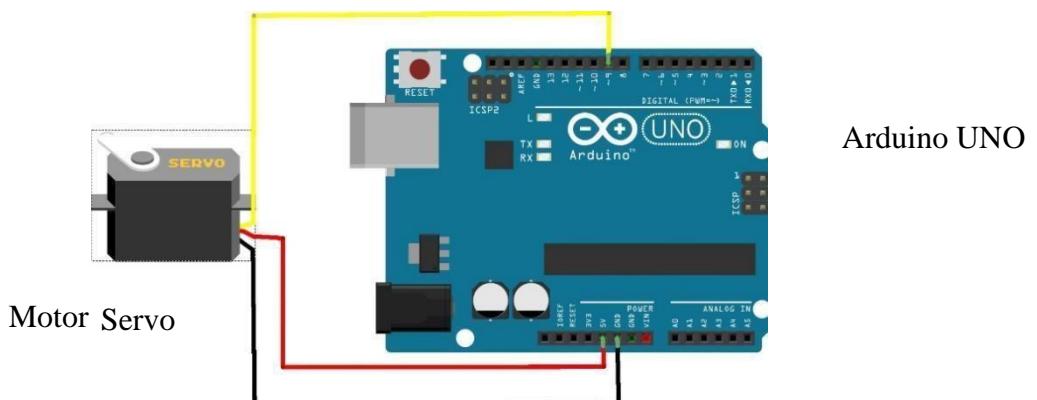


Gambar 3. 7 Rangkaian pada Load Cell dan modul Hx-711

Sensor kapasitor dihubungkan ke modul HX711 dan nodemcu dalam rangkaian ini. Modul HX711 memiliki pin E+, sedangkan modul HX711 memiliki pin E-. Kabel merah kapasitor dihubungkan ke pin E+, sedangkan modul HX711 memiliki pin E-.

3.6.4 Perancangan Rangkaian Motor Servo

Motor servo bertenaga listrik ini terdiri dari potensiometer, sebuah motor bertenaga listrik, beberapa gear, dan rangkaian kontrol. Ini bertindak sebagai tuas pemberi pakan ayam pada kendang ayam dan memiliki sistem umpan balik tertutup yang mengirimkan posisi rotor ke rangkaian kontrol motor servo. Motor servo SG90 dengan tiga pin dapat dihubungkan langsung ke Arduino UNO. Ini memiliki torsi 1,4 hingga 2,5 kg/cm dan kecepatan 0,1s/60°. Beroperasi dengan tengangan 4,8 hingga 6V.



Gambar 3. 8 Skematik rangkaian Motor Servo ke Arduino Uno

Gambar diatas diketahui bahwa terdapat 3 pin atau kabel yang dirancang pada rangkaian Motor Servo yaitu VCC, GND, dan Input. Untuk mengetahui cara kerjanya kita harus menghubungkan pin Motor servo ke pin arduino uno. Dibawah ini adalah tabel koneksi Pin Motor Servo dengan Pin Arduino Uno.

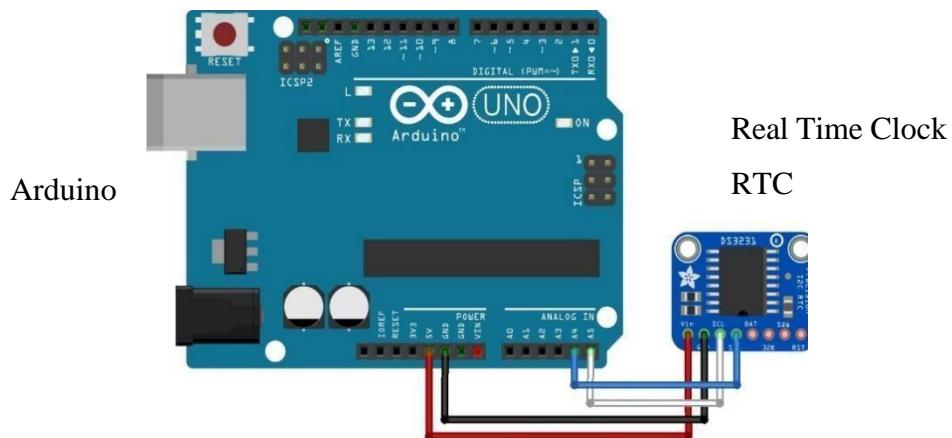
Dalam Gambar 3-8, garis hitam menunjukkan pin GND Motor Servo, garis merah menunjukkan pin VCC Motor Servo, dan garis kuning menunjukkan pin 5.

No pin motor servo	Jenis pin motor servo (warna)	No pin Arduino Uno	Keterangan koneksi pin motor servo pada Arduino Uno
1	GND (hitam)	GND	Ke pin GND Arduino Uno
2	VCC (merah)	VCC	Ke pin VCC Arduino Uno
3	Input (orange)	D7	Ke pin D7 Arduino Uno

Tabel 3.4 Koneksi Pin motor servo ke Arduino Uno

3.6.1 Perancangan Real Time Clock (RTC)

Pada dasarnya, jam elektronik real time (RTC) pada saat menghitung detik, menit, jam, hari, bulan, bahkan tahun. untuk bertujuan menyediakan waktu akurat. RTC juga memiliki kemampuan saat menyimpan dan menjaga data waktu secara real time.



Gambar 3. 9 Skematik Rangkaian RTC DS1307 ke Arduino Uno

Pada diagram di atas, kita mengetahui bahwa rangkaian RTC DS1307 memiliki lima pin diantaranya VCC, GND, URX, UTX, dan PWR.

Untuk memahami cara kerjanya, kita perlu menghubungkan pin RTC ke pin Arduino Uno. Di bawah ini adalah tabel koneksi pin RTC ke pin Arduino Uno.

Pada **Gambar 3-9** Dalam RTC, garis hitam menunjukkan pin GND, garis merah menunjukkan pin VCC, garis putih menunjukkan pin A5, dan garis biru menunjukkan pin A4.

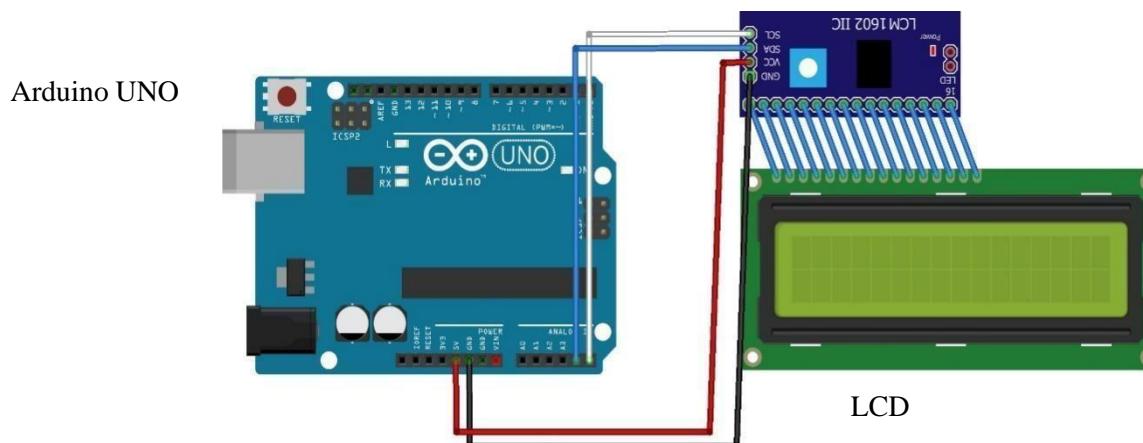
No Pin RTC	Jenis Pin RTC	No Pin Arduino Uno	Keteterangan koneksi Pin RTC pada Arduino Uno
1	VCC	VCC	Ke pin VCC Arduino Uno
2	GND	GND	Ke pin GND Arduino Uno
3	SDA	A4/SDA	Ke pin A4 Arduino Uno
4	SCL	A5/SCL	Ke pin A5 Arduino Uno

Tabel 3.5 Koneksi Pin RTC DS1307 pada Arduino Uno

3.6.1 Perancangan Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah kristal cair digunakan sebagai tampilan pada layar. Listrik mengubah bentuk kristal cair, membentuk tampilan huruf dan angka pada lapisannya.

Saat ini, LCD M1632 adalah paling umum digunakan karena harganya yang terjangkau. Modul LCD ini memiliki tampilan 2 x 16 kolom, atau 2 baris x 16 kolom, dan membutuhkan sedikit daya. dengan 16 pin konektor.



Gambar 3.10 Skematik Rangkaian LCD 20X4 dan 12C LCD ke Arduino Uno

Pada **Gambar 3.9** pada garis warna Hitam adalah pin LCD. Garis merah menunjukkan pin VCC, garis putih menunjukkan pin SCL (A5), dan garis biru menunjukkan pin SDA (A4).

Untuk mengurangi jumlah pin yang digunakan pada LCD arduino, Anda dapat menggunakan LCD I2C di mana pin I2C berada di ujung digital pin. Rangkaian LCD 16 x 2 dan LCD I2C menghubungkan dengan arduino uno ditunjukkan pada gambar di bawah.

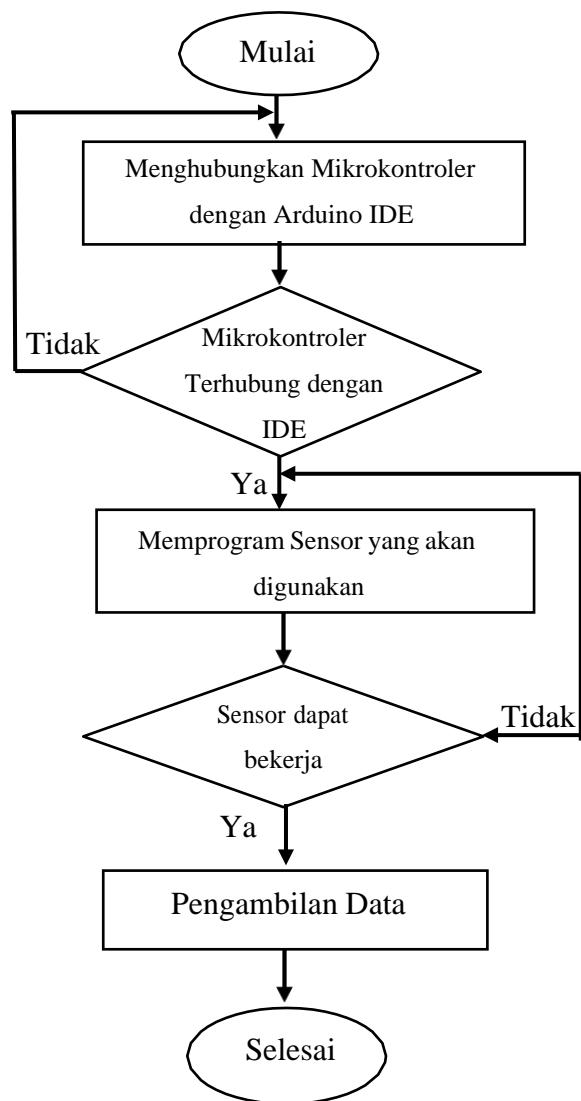
No Pin	Jenis Pin	No Pin Arduino	Keteterangan koneksi Pin
RTC	RTC	Uno	RTC pada Arduino Uno
1	VCC	VCC	Ke pin VCC Arduino Uno
2	GND	GND	Ke pin GND Arduino Uno
3	SDA	A4/SDA	Ke pin A4 Arduino Uno
4	SCL	A5/SCL	Ke pin A5 Arduino Uno

Tabel 3.6 Koneksi Pin RTC DS1307 pada Arduino Uno

3.7 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan Perangkat Lunak dimulai dengan menghubungkan Arduino Uno dengan Arduino IDE ketika sudah terhubung dimulai dari memprogram sensorsensor yang akan digunakan yaitu sensor ultrasonik.

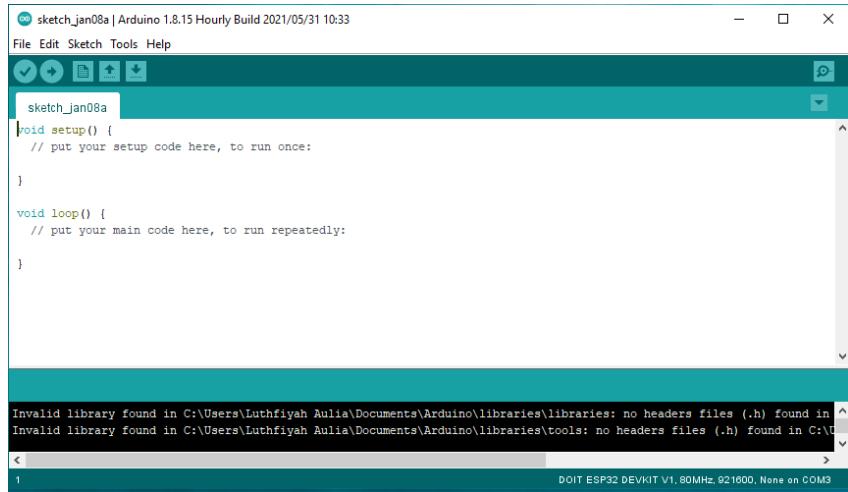
Gambar 3-10



Arduino IDE digunakan untuk membuat perangkat lunak ini. Ini ditulis dalam bahasa pemrograman C, dan program yang ditulis di dalamnya disebut sketch. Sketch ditulis dalam editor teks dan disimpan sebagai file ini. Karena memiliki banyak fitur, seperti memotong, mencari, dan mengganti, program IDE Arduino tidak terlalu sulit untuk dipelajari. Untuk memulainya, Anda harus menginstal software IDE Arduino pada komputer atau laptop Anda dan kemudian menjalankannya. Sebelum memulai

pemrograman, pastikan Arduino Uno terinstal pada port tertentu; port agar dapat diubah dalam menu alat IDE Arduino menggunakan bahasa C. Ada tiga program dalam penelitian ini: program membaca nilai untuk menghitung ketinggian pakan.

Gambar 3. 11 Tampilan Antarmuka Arduino IDE



Pada gambar yang memberikan tampilan pada layar Arduino IDE pada data diperoleh untuk memungkinkan pengguna melakukan komunikasi dengan sistem. Pemantauan aplikasi membutuhkan antarmuka pengguna yang dapat menghubungkan pengguna ke sistem. Sistem pakan ayam otomatis

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut yang membahas hasil dari pengujian untuk dirancang bangun pakan otomatis yang sudah dibuat.

4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras ini memiliki banyak bagianseperti input, proses, dan output. Sensor HC-SR04 termasuk di bagian input. sensor ultrasonik digunakan untuk menentukan ketinggian wadah pakan ayam utama. Bagian proses memiliki Arduino Uno. Berikut gambar dari hasil perancangan perangkat keras.

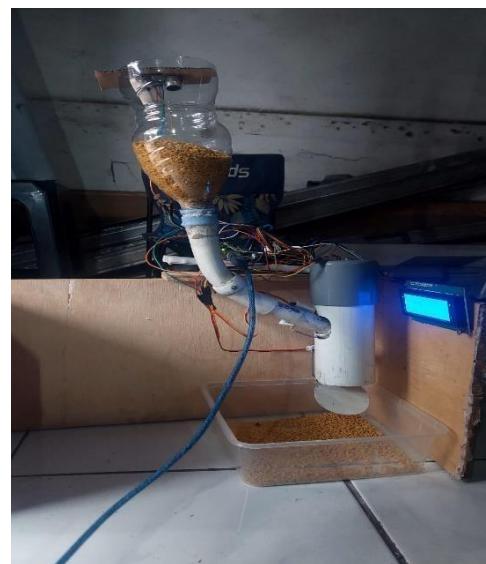


Gambar 4 1 Perancangan Pakan Ayam Otomatis Arduino Uno

Keterangan :

1. Nomor satu yaitu Arduino UNO
2. Nomor dua yaitu Real Time Clock (RTC)
3. Nomor tiga yaitu Sensor LoadCell
4. Nomor empat yaitu Buzzer
5. Nomor lima yaitu Sensor Ultrasonik
6. Nomor enam yaitu Motor servo
7. Nomor Tujuh yaitu LCD

Pada gambar diatas terdapat perancangan yang terdiri dari Arduino uno sebagai komponen utama lalu ada Real time clock merupakan komponen untuk mengatur waktu pada motor servo merupakan untuk buka keluarnya pada pakan ayam lalu ada sensor load cell untuk mengukur berat pakan yang sudah ditakar dan sensor ultrasonik merupakan komponen untuk mengukur ketinggi pakan pada wadah utama perancangan pada pakan ayam otomatis yang terdiri dari 2 pada wadah utama botol aqua untuk menuangkan pakan ayam menggunakan pipa paralon untuk tempat pakan ayam, penelitian ini dilakukan didalem ruangan.



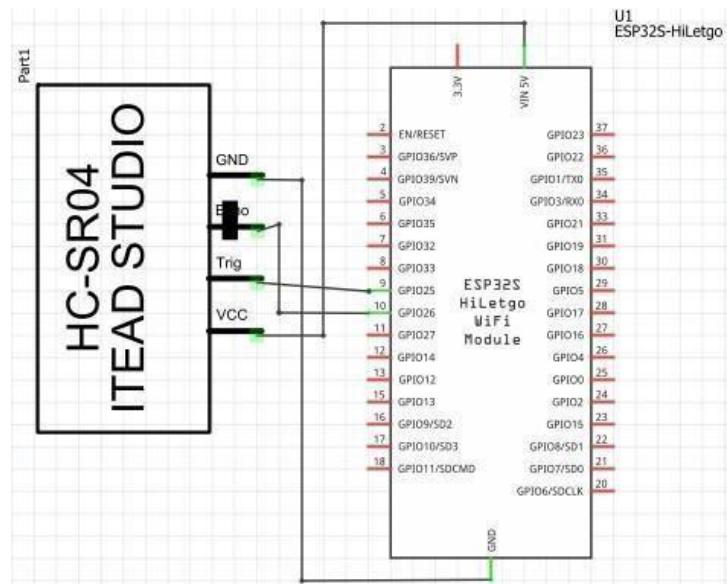
Gambar 4. 2 Perancangan Keseluruhan Pada Pakan Ayam Otomatis

Pada gambar diatas merupakan rancangan pakan ayam yang pada awal diakifkan melalui adaptor lalu selanjutnya arduino akan menyala/aktif setelah arduino aktif maka Real Time Cloc (RTC) akan aktif dan sudah menyesuaikan waktu yang sudah ditentukan abis dari RTC aktif lalu ada Motor Servo 1 dan 2 Motor Servo satu untuk menuang pakan ayam ke Sensor LoadCell agar pakan terlebih dahulu dihitung dengan takaran yaitu 43gram selanjutnya pakan sudah memenuhi kebutuhan makan Motor Servo ke 2 akan terbuka dan menuangkan kewadah ayam, dan bila pakan diwadah utama sudah hampir abis makan Sensor Ultrasonik akan berfungsi dan buzzer pun akan menyala menandakan bahwa pakan ayam sudah abis dan pada Lcd akan menampilkan bahwa pakan ayam hampir abis dan juga menampilkan waktu jam menit dan detik.

4.2 Hasil Pengujian

Hasil pengujian dilakukan untuk memastikan bahwasanya perancangan Sistem yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan peneliti serta untuk mengetahui kekurangan dari perancangan sistem tersebut.

4.3.1 Pengujian Sensor HC-SR04



Gambar 4.3 Skematik Sensor HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 dan masing-masing pin rangkaian Arduino UNO dihubungkan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 Tujuan pengujian sensor HC-SR04 adalah untuk mengetahui karakteristiknya dan bagaimana ia mengidentifikasi ketinggian pakan ayam di wadah dikandang. Untuk menjalankan pengujian ini, pin sensor ultrasonik HC-SR04 dihubungkan ke arduino sesuai dengan datasheet masing-masing komponen, yang dapat dilihat di bawah ini:

1. Pin VCC pada sensor HC-SR04 ke VIN 5V Arduino UNO.
2. Pin Trig pada sensor HC-SR04 ke GPIO 25 Arduino UNO.
3. Pin Echo pada sensor HC-SR04 ke GPIO 26 Arduino UNO.
4. Pin GND pada sensor HC-SR04 ke GND Arduino UNO.

Gambar 4-3 diatas merupakan hasil pembacaan yang ditampilkan oleh serial monitor dari Arduino IDE, ini hanya untuk menguji konektivitas sensor dan memastikan bahwa program apa sudah bekerja. Lalu pada aplikasi blynk akan dilakukan pembacaan data dan pengambilan data.

Sensor HC-SR04 berfungsi untuk mengukur ketinggian dengan cara memantulkan gelombang ultrasonik. Sebelum pengujian sensor ini dilakukan pra penelitian dengan melakukan pengujian kinerja sensor, setelah itu melakukan pengujian respon sistem dan pengujian error steady state. Selanjutnya ada tabel hasil pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04:

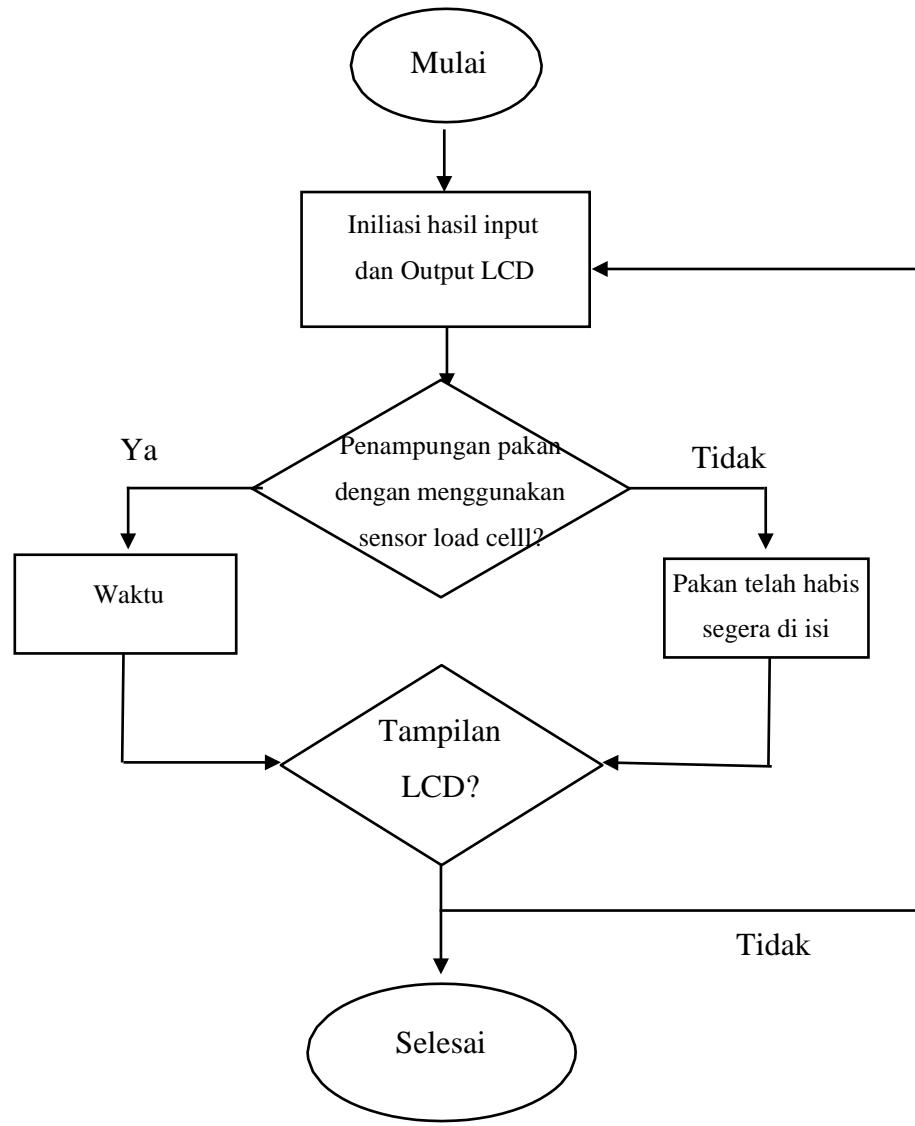
No	Hari	Set Point (3CM)	HC-SR04 (<3CM)	Keterangan
1	Hari III	(3 cm)	(2,5 cm)	Sensor membaca sesuai dengan set point
2	Hari V	(3cm)	(2 cm)	Sensor membaca sesuai dengan set point
3	Hari VII	(3 cm)	(2,5 cm)	Sensor membaca sesuai dengan set point

Tabel 4. 1 Hasil pengujian kinerja Sensor Ultrasonik pada Hari Pertama diuji pada Hari 3, Hari 5 dan Hari 7

Pada tabel pengujian kinerja sensor bisa dilihat bahwa pada sensor agar bekerja dengan baik maka membaca dengan sesuai set point yaitu $< 3\text{cm}$ sensor ultrasonik apabila $>3\text{cm}$ maka sensor ultrasonik tidak akan bekerja. Pada tabel tersebut dapat dilihat juga perubahan ketinggian yang dibaca oleh sensor ultrasonik, itu bisa terjadi karena beberapa faktor diantaranya yaitu Pakan yang tidak keluar atau pakan menumpuk pada wadah kedua. Setelah melakukan pengujian kinerja sensor, berikutnya yaitu melakukan pengujian respon pada sistem. Pada pengujian respon maka sistem menguji jalannya sensor dari awal sensor dimulai sampai seterusnya, ini bertujuan untuk mengetahui kesalahan sementara (Error Transition) yang terjadi saat sensor baru dijalankan sampai sensor bisa mencapai fase stabil (Steadystate).

4.3.2 Pengujian LCD

Program yang digunakan untuk menentukan apa yang akan ditampilkan pada layar LCD dengan Menyesuaikan tampilan waktu (hari, tanggal, bulan, tahun, dan jam). Makanan ayam akan ditampilkan di LCD saat pakan ayam habis.



Gambar 4.3 Flowchart Pengujian LCD

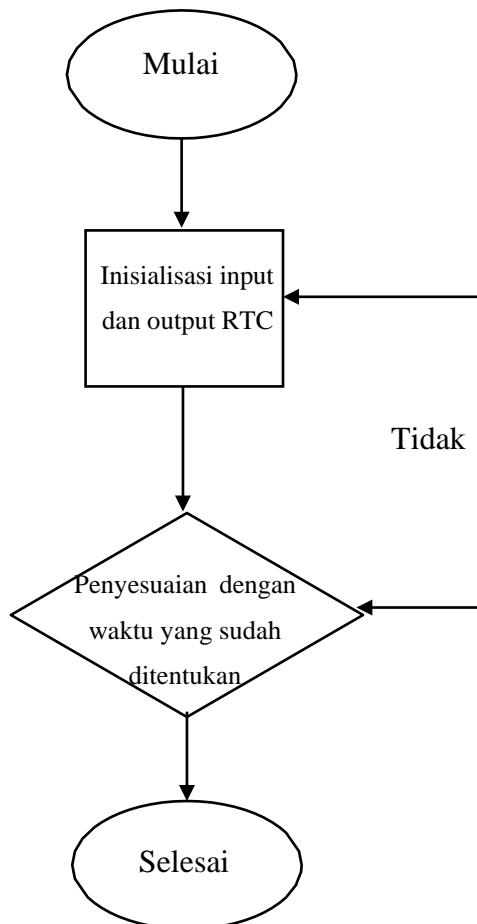
Dari Flowchart diatas dijelaskan bahwa apabila tampilan tidak muncul dengan apa yang diharapkan maka program atau inisialisasinya akan ulang kembali sampai mendapatkan hasil yang diinginkan. Hasil pengujian LCD ditunjukkan di sini.



Gambar 4.5 Tampilan pada LCD

4.3.3 Pengujian RTC

Program digunakan RTC ini diuji untuk memastikan Waktu yang sedang Berjalan . Program ini dirancang untuk melacak tanggal, bulan, tahun, dan jam saat alat pakan beroperasi. Setelah itu, RTC digunakan untuk mengatur jam tertentu di mana ayam dapat mengeluarkan pakan.



Gambar 4.4 Flowchart Pengujian RTC

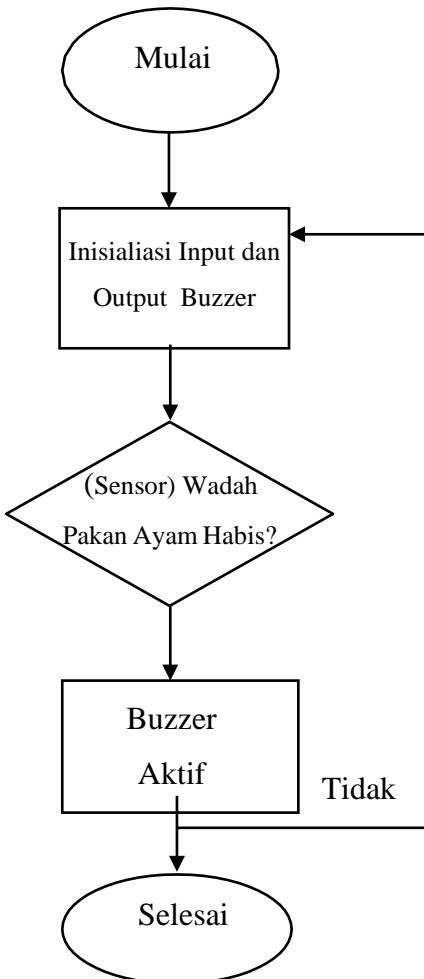
Algoritma pengujian RTC yang sudah ditentukan dari **Gambar 4.4** akan didapat hasil dari pengujinya yang seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut. Pada pengujian ini waktu untuk diamati secara acak, agar dapat diketahui apakah RTC agar dapat digunakan dapat bekerja secara baik atau tidak. Percobaan ini dilakukan dengan membandingkan waktu RTC dan waktu dengan motor servo, jadi tidak perlu khawatir apakah waktu tersebut sesuai.

Percobaan	Waktu RTC pada jam	Status Motor sevo
1	07:00:00	Berputar
2	15:00:00	Berputar
3	07:00:00	Berputar
4	15:30:00	Berputar
5	07:00:00	Berputar
6	15:30:00	Berputar
7	07:00:00	Berputar

Tabel 4. 2 Pengujian pad RTC

4.3.4 Pengujian Buzzer

Pengujian dilakukan dengan cara memastikan apakah Buzzer benar-benar Aktif. Program diatur untuk menginformasikan kepada pengguna bahwa pakan telah habis. Ketika pakan ayam penuh, buzzer akan berhenti berbunyi.



Gambar 4.5 Flowchart Pengujian Buzzer

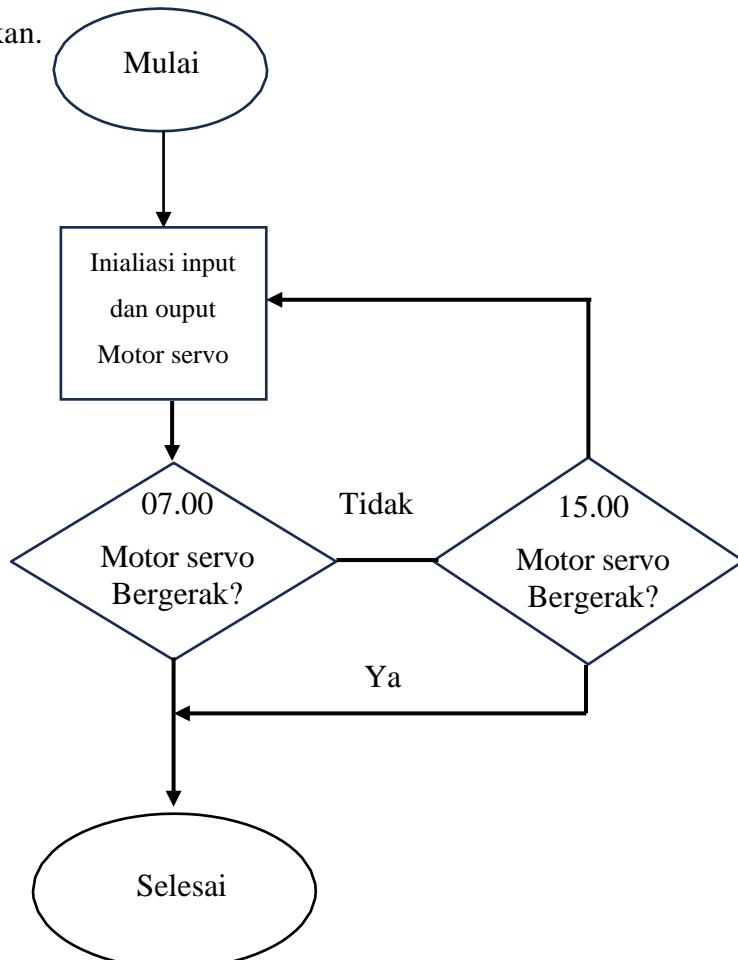
Dari gambar 4.4 dijelaskan bahwa buzzer akan berbunyi secara terus menerus sampai pakan terisi kembali. Selain hal tersebut maka buzzer tidak akan hidup. Kemudian dapat dilihat pada tabel berikut.

Percobaan	Buzzer	
	Hidup	Mati
Pakan Telah Terisi	-	✓
Pakan Habis	✓	-

Tabel 4. 3 Pengujian pada Buzzer

4.3.5 Pengujian Motor Servo

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah motor berfungsi dengan baik. Motor servo bertanggung jawab untuk membuka atau menutup katup pakan yang keluar dan diatur untuk melakukannya dengan menggunakan putaran sudut untuk membuka tempat penampung pakan.



Gambar 4.6 Flowchart Pengujian Motor

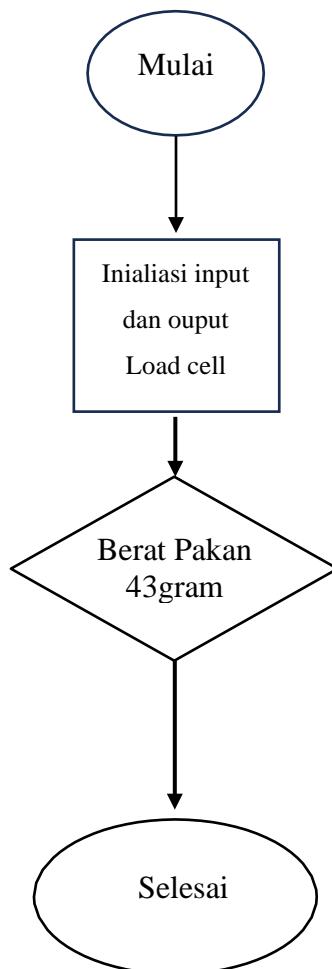
Dari gambar di atas diketahui bahwa motor servo diatur sedemikian rupa menjadi 2 waktu sehari pada jam 08.00 Pagi, jam 16.00 Sore. Motor servo disesuaikan pada jam makan ayam yang dimana baik untuk pertumbuhannya

Percobaan	Motor Servo	
	Hidup	Mati
07:00	✓	-
15:00	✓	-

Tabel 4. 4 Pengujian Motor Servo

4.3.6 Pengujian Pada Sensor Loadcell

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bawah timbangan pada sensor load cell bekerja dengan takaran berat yang sesuai ditakarkan. Sensor loadcell berguna untuk menimbang berat pakan ayam agar sesuai berat pakan yang ingin dibutuhkan yaitu 43 gram.



Gambar 4.7 Flowchart Pengujian

Loadcell

Dari gambar di atas diketahui bahwa Loadcell diatur sedemikian rupa agar timbangan berjalan dengan lancar dan sesuaikan dengan takaran pakan yang sudah ditentukan yaitu 43gram.

Percobaan	Sensor LoadCell
	Berat Pakan 43 Gram
Hari 1	43 gram
Hari 2	43 gram

4.3.7 Implementasi Sistem Pemberian Pakan Ayam Otomatis

Tujuan dari tujuan dari hasil pengujian ini adalah untuk menentukan waktu pembukaan katup serta jumlah pakan yang dikeluarkan dari wadah utama. Ini dilakukan dengan mengubah waktu antara pembukaan katup dan jumlah pakan, misalnya jika pakan yang tersedia sedikit (2,5 kg) dan penuh (4 kg), karena ada perbedaan tekanan pada saat katup ditutup. Tabel berikut menunjukkan menggunakan motor servo untuk menguji hubungan antara waktu dan jumlah pakan:

Jadwal pemberian pakan Ayam	Input		Waktu Pemberian pagi hari (WIB)	Waktu Pemberian sore hari (WIB)	Jumlah Pakan dikeluarkan pagi hari (gram)	Jumlah pakan dikeluarkan sore hari (gram)	Total Pakan Ayam pagi dan sore (gram)
	Usia	Jumlah					
Hari I	14 (hr)	2	07:00	15:00	43	43	86
Hari II	14(hr)	2	07:00	15:00	43	43	86
Hari III	14(hr)	2	07:00	15:00	43	43	86
Hari IV	14(hr)	2	07:00	15:00	43	43	86
Hari V	14(hr)	2	07:00	15:00	43	45	88
Hari VI	14(hr)	2	07:00	15:00	43	43	86
Hari VII	14(hr)	2	07:00	15:00	43	43	86

Tabel 4. 5 Implementasi Sistem Pemberian Pakan Ayam Otomatis

Dengan input usia ayam 14 hari dan input jumlah ayam 2 ekor, sistem diuji untuk mengetahui apakah pemberian pakan sudah berhasil dan tingkat akurasi pada Real Time Clock sudah teratur dengan jadwal yang sudah ditentukan. Pengujian ini dilakukan untuk jumlah pemberian sebesar 43 gram per hari untuk 1 ekor ayam dan total pakan 86 gram per hari.

BAB 5

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

hasil dari Pengujian tahap rancangan, kemudian diikuti oleh tahap pengujian dan pengambilan data, penulis dapat mencapai kesimpulan berikut:

1. Berdasarkan pengujian akurasi sensor RTC yang dibuat merespon Motor Servo untuk pemberian pakan dapat bekerja sesuai waktu yang telah ditentukan.
2. Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi pada ketinggian pakan akan menyala apabila pakan pada wadah utama kosong atau $< 3\text{cm}$ dan buzzer akan menyala
3. Pemberian pakan ayam selesai dengan kebutuhan yaitu dengan dua kali setiap hari, pada pukul 08.00 pagi dan 16.00 sore.

5.2 SARAN

Perangcangan hasil dari pengujian dan pengumpulan data yang diperoleh, maka hasil dari rancangan ini mempunyai saran dan harus dikembangkan lagi daari penggunaan sistem kerja alat ini memajukan pengembangan alat agar penelitian berikutnya menjadi lebih baik. Berikut saran yang didapat:

1. Penampung dari wadah pakan utama ayam yang berbahan akrilik agar dirancang lebih kuat dan lebih diperbesar ukurannya, singga tidak terjadi kebocoran pakan dan bisa menampung banyak makanan
2. Menambahkan sensor jarak jauh dengan menggunakan semacam aplikasi Bylnk, SMS, ataupun Telegram agar dapat memonitoring hasil data melalui handphone.
3. Sistem ini dapat dikembangkan agar tidak hanya memfokuskan pada pemberian pakan saja akan tetapi ditambahkan pemberian minum ayam secara otomatis agar ternak tidak selalu dateng ke kandang ayam.

DAFTAR PUSTKA

(Sari, Nur Komala. Burhanuddin Dirgantoro,Ir.,MT. M. Ramdhani, ST., 2011)

Menurut (Rahmat et al., 2017) Sistem Pembersih Kotoran Kandang Ayam Otomatis Berbasis Mikrokontroler (Yohanna & Toruan, 2018)

Rancang bangun sistem pemberi pakan ternak ayam berbasis iot projek

Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan dan Minum Ayam Secara Otomatis (Harun, 2019)

Sistem Pemberian Pakan Ayam Otomatis Berbasis Loadcell (Ridhamuttaqin et al., 2013)

Rancang Bangun Model Sistem Pemberi Pakan Ayam Otomatis Berbasis Fuzzy Logic Control (Salah et al., 2021)

@article{Surahman2021SistemPA, title={Sistem Pakan Ayam Otomatis Berbasis Internet Of Things},

author={Ade Surahman and Bobi Aditama and Muh Ali Bakri and Rasna Rasna},journal={Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam},year={2021}

Achmad Nur Faizal, M. A. N. (2019). Rancang Bangun Sistem Pemberi Pakan dan Minum Ayam Broiler Otomatis Berbasis Arduino Uno Pada Kandang Tertutup. *Teknik Elektronika*, 8(5), 54.

BAB I_2. (n.d.).

Gunawan, I., Ahmadi, H., & Said, M. R. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Otomatis Ayam Anakan Berbasis Internet Of Things (IoT). *Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 4(2), 151–162. <https://doi.org/10.29408/jit.v4i2.3562>

Mandayatma, E. (2017). *Jurusan Teknik Elektro , PoliteknikNeger Malang PENDAHULUAN Resolusi yang rendah pada penggunaan ADC disebabkan salah satunya adalah tidak tercapainya rentang skala penuh baik pada masukan (input) dan keluaran (output). Rentang keluaran skala penuh bi. 3, 144–157.*

Program, P., Pendidikan, S., Elektro, T., & Sari, B. K. (2019). *Pemberian makanan otomatis pada prototype smart cage doc (day old chick) ayam broiler dengan sms (short message service).*

Salah, S., Syarat, S., Menyelesaikan, U., Studi, P., & Komputer, T. (2021). *Rancang bangun sistem pemberi pakan ternak ayam berbasis iot projek. September.*

Septianto, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Pemberian Paan Ayam Otomatis Menggunakan NodeMcu. *Teknik Informatika.*

Sutrisno, N., & Haryani, A. D. (2017). Influence of Brand and Product Quality on Customer'S Buying Decision in South Cikarang Bekasi Regency. *Jurnal Lentera Bisnis*, 6(1), 85. <https://doi.org/10.34127/jrlab.v6i1.169>

Vionna Wedhariny. (2019). *Rancang Bangun Purwarupa Sistem Pengendali Otomatis Pemberi Pakan Ayam Petelur Berbasis Internet of Things (Iot).* <https://perpustakaan.ft.unram.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&fid=1407&bid=8097>

Yohanna, M., Tri Natasia Lumban Toruan, D., & Hang Tuah No, J. (2018). *Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan dan Minum Ayam Secara Otomatis.* 4, 2443–2229. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v4i2.791>

LAMPIRAN

```

#include "RTCLib.h"

RTC_DS3231 rtc;

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

#include <Servo.h>

const int trigPin = 9;

const int echoPin = 10;

const int pinBuzzer = 5;

Servo myservo;

int potpin = 0;

long duration;

int distance;

char dataHari[7][12] = {"Minggu", "Senin", "Selasa", "Rabu", "Kamis", "Jumat", "Sabtu"}; 

String hari;

int tanggal, bulan, tahun, jam, menit, detik;

void setup() {

    lcd.init();

    lcd.backlight();

    if (! rtc.begin()) {

        Serial.println("RTC Tidak Ditemukan");

        lcd.setCursor(0, 0);

        lcd.print("RTC Tidak Ditemukan");

```

```

Serial.flush();
abort();
}

//Atur Waktu
rtc.adjust(DateTime(F(_DATE_), F(_TIME_)));

pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
pinMode(pinBuzzer, OUTPUT);
myservo.attach(9);

Serial.begin(9600); // Starts the serial communication
}

void loop() {

{ DateTime now = rtc.now();
hari = dataHari[now.dayOfTheWeek()];
tanggal = now.day(), DEC;
bulan = now.month(), DEC;
tahun = now.year(), DEC;
jam = now.hour(), DEC;
menit = now.minute(), DEC;
detik = now.second(), DEC;

Serial.println(String() + hari + ", " + tanggal + "-" + bulan + "-" + tahun);
Serial.println(String() + jam + ":" + menit + ":" + detik);
Serial.println();
}

```

```
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(hari + " " + tanggal + "-" + bulan + "-" + tahun);

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(jam);
lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print(":");

lcd.setCursor(3, 1);
lcd.print(menit);
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print(":");

lcd.setCursor(6, 1);
lcd.print(detik);

if ( now.hour()==07 && now.minute()==30 && now.second()==01 ){
myservo.write (60);
delay (1000);
myservo.write (90);
delay (3000);
}

if ( now.hour()==15 && now.minute()==00 && now.second()==01 ){
```

```

myservo.write (60);

delay (1000);

myservo.write (90);

delay (3000);

}

if ( now.hour()==21 && now.minute()==00 && now.second()==01 ){

myservo.write (60);

delay (1000);

myservo.write (90);

delay (3000);

}

digitalWrite(trigPin, HIGH);

delayMicroseconds(10);

digitalWrite(trigPin, LOW);

duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

distance = duration * 0.034 / 2;

Serial.print("Distance: ");

Serial.println(distance);

delay (1000);

if ( distance > 10 ) {

digitalWrite(pinBuzzer, HIGH);

lcd.setCursor(8, 2);

lcd.print("Pakan Habis");

```

```
lcd.setCursor(8, 3);
lcd.print("Segera Isi");
delay (3000) ;
}

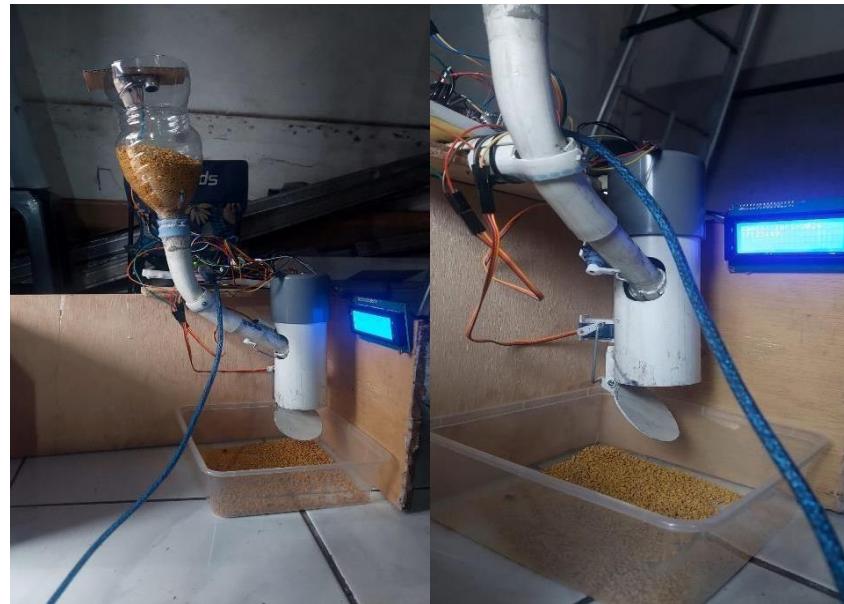
if ( distance < 10 ) {
digitalWrite(pinBuzzer, LOW);
lcd.setCursor(8, 2);
lcd.print("      ");
lcd.setCursor(8, 3);
lcd.print("      ");
delay (3000) ;
}

//delay(1000); }

}
```

Lampiran

Foto Perancangan Pakan Ayam Otomatis



lampiran 1. 2 Perancangan Pakan Ayam Otomatis

Pengujian Berat Pakan yang dikeluarkan pada pagi dan sore hari

Berat Pakan Ayam yang sudah ditimbang oleh Sensor LoadCell

```
Kamis, 18-1-2024
18:30:0
Load_cell output val: 0.41
Load_cell output val: 1.19
Load_cell output val: 6.08
Load_cell output val: 11.02
Load_cell output val: 15.59
Kamis, 18-1-2024
18:30:1
Load_cell output val: 28.17
Load_cell output val: 31.74
Load_cell output val: 35.28
Load_cell output val: 39.33
Load_cell output val: 43.21
```

lampiran 1. 3 Hasil dari timbangan sensor loadcell

Berat pakan ayam yang sudah ditimbang yaitu seberat 43 gram

 Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA	Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana	Kode Arsip: 04/Prodi-El/Akad/2010 Program Studi Teknik Elektro
---	--	--

Bekasi, 18 Januari 2024

Bismillahirahmanirrahim,

Dengan ini, saya sebagai pembimbing I/II menyatakan bahwa, Nama

ma : Firmansyah Putra

NIM : 1703025014

Alamat : jl. Horison III Blok F106 No. 7 Rt/Rw 006/019 Kec

Rawalumbu Kel. Pengasinan Kota Bekasi

Judul Tugas Akhir: Perancangan Singleband Bandpass Filter Dengan Metode Coupled Line Sebagai Aplikasi 5G

bahan yang terdapat di dalamnya dinyatakan Layak/Tidak Layak¹ untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melaksanakan pengawasan dan melakukan penelitian dan penulisan menjadikan tanggung jawab saya sebagai pembimbing I/II². Terimakasih atas perhatian dan kerjasama.

Jakarta, 05 Agustus 2020
 23 Pembimbing I/II³

Mengetahui
 Ketua Program Studi
 Teknik Elektro – FTUHAMKA



Ir. Harry Ramzah, M.T., Ph.D.
 NIDN: 0328056901

Rosalina, S.T., M.T.
 NIDN: 0304017001

Cc:

1. Yang bersangkutan.

¹ Coret yang tidak perlu.

² Coret yang tidak perlu.

³ Coret yang tidak perlu.

 Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA	Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana	Kode Arsip : 04/Prodi-El/Akad/2010 Program Studi Teknik Elektro
--	--	--

Bekasi, 18 januari 2024

Bismillahirrahmanirrahim,

Dengan ini, saya sebagai pembimbing I / II ¹ menyatakan bahwa,

N a m a : Firmansyah Putra

N I M : 1703025014

Alamat : jl.Horison III Blok F 106 No.7 Rt/Rw 006/019 Kec
Rawalumbu Kel. Pengasinan Kota Bekasi

Judul Tugas Akhir : Perancangan Singleband Bandpass Filter Dengan Metode Coupled Line Sebagai Aplikasi 5G

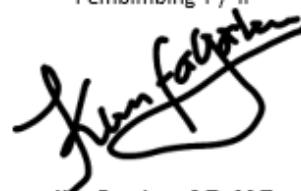
bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan **Layak / Tidak Layak** ² untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing I / II ³.
Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

Jakarta , 05 Agustus 2023

Pembimbing I / II ³

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Elektro – FT UHAMKA



Irin Harry Ramzah, M.T., Ph.D.
NIDN.0328056901

Kun Fayakun, S.T., M.T.
NIDN: 0305125701

Cc:

- 1. Yang bersangkutan.

¹ Coret yang tidak perlu.

² Coret yang tidak perlu.

³ Coret yang tidak perlu.

Firmansyah Putra - PERANCANGAN PEMBERIAN PAKAN AYAM OTOMATIS ARDUINO

ORIGINALITY REPORT

18%	17%	7%	9%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | Submitted to Academic Library Consortium
Student Paper | 1% |
| 2 | docplayer.info
Internet Source | 1% |
| 3 | lib.unnes.ac.id
Internet Source | 1% |
| 4 | 123dok.com
Internet Source | 1% |
| 5 | journal.maranatha.edu
Internet Source | 1% |
| 6 | repo.darmajaya.ac.id
Internet Source | 1% |
| 7 | repository.uhamka.ac.id
Internet Source | 1% |
| 8 | M. Zulfikar, Diah Angraina Fitri.
"PERANCANGAN SENSOR PERGESERAN ANTENA MICROWAVE MENGGUNAKAN | 1% |

METODE DOWNTILT", JURNAL FASILKOM,

2021

Publication

9	id.123dok.com Internet Source	1 %
10	eprints.polsri.ac.id Internet Source	1 %
11	download.garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	1 %
12	elektro.polimdo.ac.id Internet Source	1 %
13	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
14	astronacci.com Internet Source	<1 %
15	eprints.polbeng.ac.id Internet Source	<1 %
16	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
17	zombiedoc.com Internet Source	<1 %
18	repo.akmet.ac.id Internet Source	<1 %
19	pt.scribd.com Internet Source	<1 %

20	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
21	widuri.raharja.info Internet Source	<1 %
22	Submitted to University of North Carolina, Greensboro Student Paper	<1 %
23	eprints.akakom.ac.id Internet Source	<1 %
24	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
25	Pudji Widodo, Nuzul Imam Fadlilah, Tri Atmoko Sanggrah Saputro. "Merancang Pengisi Toren Berbasis Sensor HC-SR04", Indonesian Journal Computer Science, 2022 Publication	<1 %
26	belajarmikrokontroler2019.blogspot.com Internet Source	<1 %
27	repository.dinamika.ac.id Internet Source	<1 %
28	123doku.com Internet Source	<1 %

29

trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id

Internet Source

<1 %

30

Submitted to Universitas Jenderal Achmad
Yani

Student Paper

<1 %

31

core.ac.uk

Internet Source

<1 %

32

frid.ittelkom-pwt.ac.id

Internet Source

<1 %

33

repository.widyatama.ac.id

Internet Source

<1 %

34

Joko Wahyunarto, Fachrudin Hunaini, Istiadi
Istiadi. "Rancang Bangun Detektor Standart
Preform Botol Minuman Menggunakan
Metode Jaringan Saraf Tiruan (Design Of
Standart Detector Standart Drink Bottle Using
Artificial Neural Network Method)", JEEE-U
(Journal of Electrical and Electronic
Engineering-UMSIDA), 2019

Publication

<1 %

35

Submitted to Universitas Brawijaya

Student Paper

<1 %

36

jrpb.unram.ac.id

Internet Source

<1 %

37

ojs3.unpatti.ac.id

Internet Source

<1 %

38

Dicky Kurniawan, Dwi Arman Prasetya,
Wahyu Dirgantara. "Implementasi Propotional

<1 %

**Integral Derivative (PID) Control System Pada
2 Degree of Freedom (Dof) Mobil Remote
Control (RC) Simulator", JEECAE (Journal of
Electrical, Electronics, Control, and
Automotive Engineering), 2019**

Publication

-
- 39 [repository.ub.ac.id](#) <1 %
Internet Source
-
- 40 [repository.umsu.ac.id](#) <1 %
Internet Source
-
- 41 Anggia Bunga Pertiwi Kakiay, Dian Budhi <1 %
Santoso, Ulinnuha Latifa. "Sistem
Instrumentasi Pada Pendekripsi Tangan dan
Monitoring Tangki Persediaan Alat Cuci
Tangan Otomatis Menggunakan
Photovoltaic", Electro Luceat, 2020
Publication
-
- 42 [nanopdf.com](#) <1 %
Internet Source
-
- 43 [repository.telkomuniversity.ac.id](#) <1 %
Internet Source
-
- 44 Fandhilah Fandhilah, Atika Okta Rindina, Devy <1 %
Ferdiansyah, Ahmad Ishaq. "Implementasi
Metode Waterfall Pada Pengembangan
Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru

Indonesian Journal on Software Engineering
(IJSE), 2019

Publication

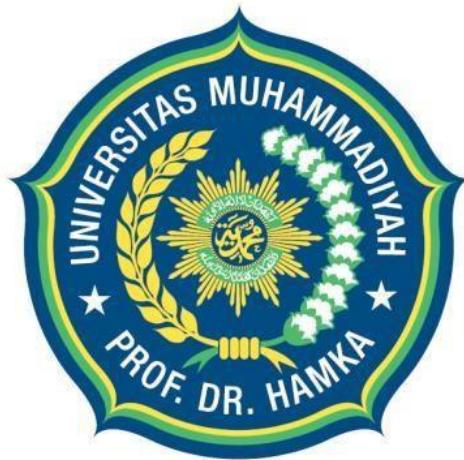
45	Gugun Gundara, Rifqi Risnandar. "Rancang Bangun Mekanika Smart Box Untuk Aquarium Ikan Hias Berbasis Arduino", R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal, 2021	<1 %
46	ejournal2.pnp.ac.id Internet Source	<1 %
47	en.dgip.go.id Internet Source	<1 %
48	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %
49	jurnal.univbinainsan.ac.id Internet Source	<1 %
50	repositori.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1 %
51	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %
52	www.scribd.com Internet Source	<1 %
53	Maryam Maryam. "PEMBERIAN PAKAN IKAN NILA OTOMATIS SERTA MENGECEK SUHU DAN KADAR pH AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)", Jurnal Informatika dan Teknik	<1 %

Elektro Terapan, 2023

Publication

PERANCANGAN RANGKAIAN PENDINGIN BERBASIS
MIKROKONTROLER PADA BOX PENDINGIN MAKANAN DAN MINUMAN

SKRIPSI



Oleh
Irfan annazib
1803025013

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2024

PERANCANGAN RANGKAIAN PENDINGIN BERBASIS
MIKROKONTROLER PADA BOX PENDINGIN MAKANAN DAN MINUMAN

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Elektro



Oleh

Irfan annazib

1803025013

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2024

HALAMAN PERSETUJUAN

" PERANCANGAN RANGKAIAN PENDINGIN BERBASIS MIKROKONTROLER PADA BOX PENDINGIN MAKANAN DAN MINUMAN "

SKRIPSI

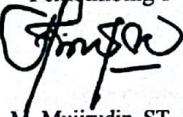
Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

oleh:

Irfan annazib
1803025013

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA

Pembimbing 1

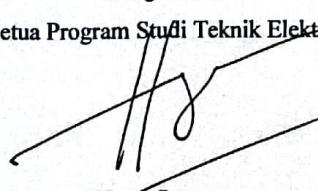

M. Mujirudin, ST.,MT
NIDN. 0301226705

Pembimbing 2


Rosalina, S.T., M.T.
NIDN. 0304017001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro


Harry Ramza
NIDN: 0303097006

HALAMAN PENGESAHAN

"PERANCANGAN RANGKAIAN PENDINGIN BERBASIS MIKROKONTROLER PADA BOX PENDINGIN MINUMAN DAN MAKANAN" SKRIPSI

Oleh:
Irfan annazib
1803025013

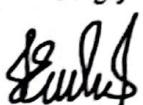
Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika
UHAMKA
Tanggal, 25 Januari 2024

Pembimbing -1

M. Mujirudin, S.T., M.T.
NIDN.0312126705

Pembimbing -2

Rosalina, S.T., M.T.
NIDN.0304017001

Pengaji -1

Emilia Roza, S.T., MPd., M.T.
NIDN.0330097402

Pengaji -2

Kun Fayakun, S.T., M.T.
NIDN.0305125701

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Industri dan
Informatika UHAMKA



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro


Ir. Harry Ramza, M.T., Ph.d.
NIDN.0303097006

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Irfan annazib
NIM : 1803025013
Judul skripsi : Perancangan rangkaian pendingin berbasis mikrokontroler pada box pendingin makanan dan minuman

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis dicantumkan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Depok , 3 februari 2024



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta berbagai nikmat sehingga peneliti dapat menyelesaikan karya ini dengan baik dan sungguh-sungguh. Skripsi merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi mahasiswa untuk memperoleh gelar sarjana. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Suparman dan Ibu Siti rahma serta keluarga penulis yang selalu memberikan doa dan dukungannya untuk menambah motivasi peneliti untuk selalu berjuang sampai akhir.
2. Ibu Rosalina, S.T., M.T. dan Bapak M. Mujirudin, S.T, MT. Selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberi motivasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Ir. Harry Ramza, MT.,Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
4. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat di perkuliahan.
5. Teman-teman Teknik Elektro 2019, dan teman-teman rumah yang selalu memberikan semangat dalam penulisan skripsi dan menemani pengujian perancangan pembangkit listrik ini.

Dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan serta tidak lepas dari kesalahan dalam penulisan maupun isi dari skripsi ini, diharapkan saran yang bersifat membangun, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Depok, 3 februari 2024



Infaq Amazib

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Irfan annazib

NIM : 1803025013

Program Studi : Teknik Elektro

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

Perancangan rangkaian pendingin berbasis mikrokontroler

pada box pendingin makanan dan minuman

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Depok , 3 februari 2024



Irfan annazib

Abstrak

Pada umumnya pendingin makanan dan minuman saat ini menggunakan sistem sistem rangkaian menggunkan kompresos dan refrigasi untuk sumber pendingin, sejalan dengan perkembangan zaman saat ini telah hadir tegologi yang sangat ramah lingkungan yaitu elemen thermoelectric. Elemen thermoelectric ini memiliki 2 sisi yaitu sisi dingin dan sisi panas, sisi dingin ini yang di manfaatkan untuk menjadi sumber dingin yang di gunakan pada box pendingin makanan dan minuman, ruang pendingin menggunakan sterofoam yang dilapisi alumunium foil agar suhu didalam cool box tidak keluar, pada bagian sisi dingin thermoelectric langsung di tempel pada Fan agar bisa menyalurkan suhu dingin kedalam cool box sedangkan di bagian sisi panas diberi water blok sistem water cooling agar suhu panas nya terjaga dan thermoelectric mampu memberi suhu dingin yang maksimal. Daya yang diberikan termoelektrik ini adalah sebesar 30 Watt. Hasil pengukuran suhu akhir pada ruang pendingin selama 60 menit dengan beban massa 1 kg/m^{-3} menggunakan 2 thermo electric adalah 21.8°C sedangkan dengan beban yang sama menggunakan 4 thermoelectric adalah 14.8°C .

Kata kunci : *rangkaian pendingin , otomatis , mikrokontroler , internet of things*

Abstract

In general, food and beverage coolers currently use a circuit system using compression and refrigeration for cooling sources, in line with the current developments, a very environmentally friendly technology has emerged, namely thermoelectric elements. This thermoelectric element has 2 sides, namely the cold side and the hot side. This cold side is used to be a source of cold used in food and beverage coolers. The cold side of the thermoelectric is directly attached to the fan so that it can distribute cold temperatures into the cool box, while on the hot side it is given a water block of the water cooling system so that the heat is maintained and the thermoelectric is able to provide maximum cold temperatures. The power provided by this thermoelectric is 30 Watt. The final temperature measurement result in the cooling chamber for 60 minutes with a mass load of 1 kg/m^3 using 2 thermo electrics is 21.8°C while using the same load using 4 thermoelectrics is 14.8°C .

Keywords: *cooling circuit, automatic, microcontroller, internet of things*

DAFTAR ISI

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Pembatasan masalah.....	2
1.4 Tujuan penelitian.....	2
1.5 anfaat penelitian	2
1.6 Metode penelitian	2

BAB 2 DASAR TEORI.....

2.1 Mikrokontroler	4
2.1.1 node MCU ESP8266	5
2.2 Sensor.....	5
2.2.1 Sensor suhu.....	6
2.2.2 W1209 digital thermostat	6
2.3 Pendingin termoelektrik tipe 12706A.....	7
2.4 Kipas dc AVC DBTA042B2U	9
2.5 power supply AC to DC 12C 30A.....	9
2.6 water cooling	10
2.6.1 water blok.....	10
2.7 heatsink casing.....	11

BAB 3 METODOLOGI.....

3.1 Alur penelitian.....	12
3.2 Alat dan material.....	13
3.2.1 Alat.....	13
3.2.2 Material atau bahan.....	13
3.3 Perancangan rangkaian.....	14
3.3.1 Gambar rangkaian pendingin	14
3.3.2 Diagram blok.....	14
3.3.3 Program Node mcu.....	14
3.4 Perancangan bahan dan material	15
3.4.1 Rangkaian sistem pendingin.....	15
3.4.2 Rangkaian Node mcu dan relay sebagai reciver	15
3.4.3 Rangkaian informasi suhu	16
3.5 Sistem kerja rangkaian pendingin	16
3.6 Metode pemerosesan	16
3.6.1 Teknik penyuntingan.....	16
3.6.2 Tenknik Tabulasi.....	16
3.7 Pengolahan data.....	16

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....

4.1 Hasil perancangan hardware	18
4.2 Hasil analisis pendingin.....	20
4.3 Analisis data.....	22

BAB 5 PENUTUP.....

5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran.....	27

DAFTAR GAMBAR.....	
Gambar 2-1. mikrokontroler.....	4
Gambar 2-2. NodeMCU.....	5
Gambar 2-3. Termostat.	7
Gambar 2- 4. Termoelektrik.....	8
Gambar 2-5 . spesifikasi peltier 12706.....	8
Gambar 2-5. Fan.....	9
Gambar 2-6. Power supply.....	10
Gambar 2-7 water blok.....	11
Gambar 2-8 heatsink.	11
Gambar 3. Flowchart penelitian.	12
Gambar 3-1.Rangkaian pendingin.....	14
Gambar 3-2.Diagram blok.....	14
Gambar 3-3.skematik node mcu dan relay.....	15
Gambar 4-1 Ilustrasi hardware	18
Gambar 4-2 bagian dalam, pendingin, dan sisi kanan box pendingin.....	19
Gambar 4-3 sistem saklar IOT.	19

DAFTAR TABEL.....

Tabel 4.1 rangkaian menggunakan 2 pendingin.....	20
Tabel 4.2 rangkaian menggunakan 5 pendingin.....	21
Tabel 4.3 perhitungan menggunakan 2 pendingin	26
Tabel 4.4 perhitungan menggunakan 5 pendingin	26

DAFTAR GRAFIK.....	
Grafik 2.1 arus dan tegangan peltier 12706.....	8
Grafik 4.1 box menggunakan 2 pendingin	21
Grafik 4.2 box menggunakan 5 pendingin	21

DAFTAR LAMPIRAN.....

Box tampak depan.....	29
Box bagian samping kiri.....	29
Box bagian samping kanan.....	29
Pendingin.....	30
Rangkaian pengontrol.....	30
Program data nodeMCU ESP8266.....	30
Lembar pebimbing 1.....	31
Lembar pebimbing 2.....	31
Lembar revisi penguji 1.....	32
Lembar revisi penguji 2.....	32

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pendingin menjadi keperluan bagi sebagian orang. Dalam kehidupan sehari-hari , seseorang membutuhkan lemari es seperti kulkas , untuk menyimpan bahan makanan lainnya. Dalam kedokteran , cold store digunakan untuk menyimpan darah beku atau vaksin , seperti chillder. Meskipun ini adalah mesin pendingin makanan dan minuman tersedia di dalam bentuknya portable namun tetap kompleks dibawa kemana-mana karena terdiri dari komponen besar dan berat. Karena Oleh karena itu , perlu dicari mesin pendingin. Murah , berdaya rendah berkisar 75 watt s/d 300 watt , ramah lingkungan , dan juga bisa menghasilkan suhu serendah mungkin untuk menjaga minuman agar tetap segar dan makanan tidak mudah membusuk. Untuk suhu yang diperlukan dalam pendingin agar makanan tidak membusuk yaitu -8 s/d 3 °C untuk membekukan makanan , 4 s/d 10 °C untuk menjaga kesegaran makanan , dan 10 s/d 15°C untuk makanan dan minuman cepat saji.

Keuntungan lain dari thermoelektrik adalah rangkaian pendingin dapat mengurangi pencemaran lingkungan zat perusak udara dan ozon (ODS) walaupun ada bahan freon yang ramah lingkungan yaitu freon r410a mungkin thermoelektrik bisa menjadi alternatif baru untuk menghemat biaya. Untuk melanjutkan efek pendinginan karya (portabel , ramah lingkungan , daya rendah , harga terjangkau) , harus diperhitungkan desain termasuk beban , bahan , berat komponen , konsumsi daya , dan dimensi kotak.

Pendingin pada umumnya saat ini menggunakan bahan Freon/CFC (chlorofluorocarbon) yang sangat tidak ramah lingkungan. Untuk memenuhi permintaan pendingin yang murah dan ramah lingkungan , diperlukan pendingin yang ramah lingkungan. Salah satu pendingin yang digunakan saat ini adalah thermoelektrik (Andreas Wahyu Yatmiko, 6 Maret 2014)

Thermoelektrik adalah benda padat yang terdiri dari bahan semikonduktor dengan lapisan konduktif dan keramik di bagian luar. Prinsipnya jika dialiri arus listrik maka akan memberi zat panas dari satu sisi ke sisi lainnya (Binder, 2013). thermoelektrik digunakan sebagai pendingin air dengan penggunaan daya yang sangat hemat.

Arsyad (2017) menggunakan thermoelektrik untuk menjaga suhu di dalam box panel surya. Dengan termoelektrik dari sisi dingin mampu menjaga udara dingin yang dibutuhkan oleh panel surya.

1.2 Rumusan masalah

Pernyataan masalah yang dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menghasilkan nilai suhu yang rendah dengan daya yang rendah ?
2. Bagaimana menjaga agar suhu tetap konstan pada suhu terendah ?
3. Bagaimana merangkai agar daya yang di gunakan tetap rendah ?

1.3 Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian :

1. Pembahasan hanya pada rangkaian pendingin.
2. Pembahasan hanya pada thermoelectric.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini meliputi:

1. Merancang rangkaian box pendingin yang digunakan untuk menghemat daya pada suhu rendah.
2. Merancang rangkaian pendingin dengan mempertahankan suhu konstan.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dalam penelitian ini antara lain:

1. Dapat menghemat daya listrik.
2. Menjaga makanan dan minuman agar tetap fresh pada suhu yang dikehendaki.

1.6 Metode penelitian

Pada bab ini dijelaskan sistematika penelitian, yaitu akan dibahas :

BAB 1 : PENDAHULUAN Meneliti latar belakang , rumusan masalah , batasan masalah , tujuan penelitian , manfaat penelitian , dan sistematika penyusunan.

BAB 2 : DASAR TEORI Memahami penggambaran spekulasi pendukung yang sentral , penting , dan terkait dengan masalah yang diamati dalam penelitian.

BAB 3 : METODOLOGI Didalamnya akan dibuat flowchart kerja dan methodology. Dari sini akan dijabarkan berbagai kebutuhan untuk merakit alat.

BAB 4 : DATA DAN ANALISA Pengujian setiap bagian dan secara umum pengujian dilakukan oleh penulis dan konsekuensi dari pengujian ini akan diperiksa sehingga akhirnya dapat ditarik menjadi nilai data.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN Kesimpulan pada hasil selama pengujian perangkat yang telah dilakukan dan ide-ide sehingga penelitian terkait lebih lanjut dapat jauh lebih unggul.

Bab 2

Dasar teori

Dalam perancangan rangkaian pendingin makanan dan minuman berbasis mikrokontroler ini memerlukan komponen antara lain :

2.1 Microkontroler

Microkontroler adalah komponen berukuran kecil yang bertugas untuk mengatur pengendalian suatu rangkaian. Microkontroler sangat efisien untuk merancang alat yang memiliki tempat kerja kecil dan pengoperasiannya cukup mudah dan juga mikrokontroler ini sangat dapat mengurangi ukuran dan biaya pada suatu produk karna ukurannya yang kecil dan biaya yang sangat terjangkau.

Mikrokontroler adalah komputer kecil yang dibuat dalam bentuk sirkuit mikro (rangkaian terpadu) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya , IC mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih inti prosesor (CPU) , memori (RAM dan ROM) , dan perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat diprogram , jenis jenis mikrokontroler antara lain : AtmelVR , Arduino , Atmega328p , ESP8266 , ARM

Dalam penerapannya, digunakan pada produk atau perangkat yang dikontrol secara otomatis seperti sistem kendali mesin mobil , peralatan medis, kendali jarak jauh , mesin , peralatan listrik , mainan , smart home , dan perangkat yang menggunakan perangkat tertanam lainnya.

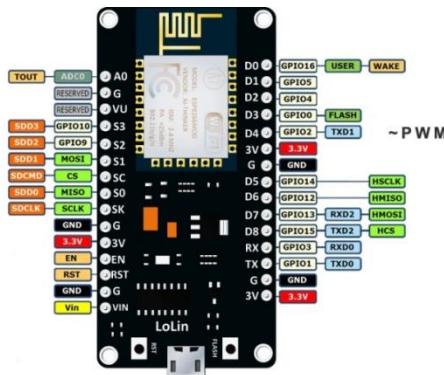


Gambar 2-1. Microkontroler

(sumber google)

2.1.1 Node MCU ESP8266

Node MCU ESP8266 adalah modul yang dikembangkan untuk mengontrol suatu alat dari jarak yang jauh menggunakan internet , modul ini di kembangkan dari tipe ESP-12. Dari secara modul ESP8266 ini hampir menyerupai arduino. Cara mengoperasikannya pun hampir sama di coding menggunakan arduino IDE , ESP8266 beroprasri menggunakan jaringan wifi yang di seting oleh penggunanya melalui perintah pemograman yang tersambung oleh aplikasi atau pun bot yang di rancang untuk mengoperasikan node MCU ESP8266 tersebut.



Gambar 2-2. Nodemcu ESP8266

(sumber google)

Gambar diatas adalah gambar pin keluaran NodeMCU. Terlihat di bagian samping kiri terdapat tombol kecil tombol ini untuk reset , dan di bagian kanan bawah juga terdapat tombol , fungsinya untuk flash , untuk port modul ini menggunakan micro USB , terdapat IC Regulator pada board ini , fungsinya Mengurangi tegangan USB menjadi 3.3V karena ESP8266 beroperasi pada 3.3V.

Di sini terdapat chip persegi Chip ini adalah chip driver. Fungsi chip adalah untuk berkomunikasi antara chip ESP8266 dengan komputer. Lalu ada chip berbentuk persegi panjang yang dilapisi dengan zinc , ini adalah chip utama ESP8266 , semua program yang kita buat ada disana dan dijalankan disana, dalam komputer memori dan RAM mempunyai bagiannya masing-masing yang berbeda dengan chip memori ESP8266 , RAM dan EEPROM. diintegrasikan ke dalam chip ini.

2.2 Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya , besaran listrik , cahaya , gerak , kelembaban , suhu , kecepatan dan fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati perubahan , masukan yang terdeteksi akan diubah menjadi keluaran yang dapat dipahami manusia baik melalui perangkat sentuh itu sendiri atau dikirimkan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diproses

menjadi informasi yang berguna bagi pengguna.

Sensor memiliki kepekaan pada bagian spektrum elektromagnetik yang berbeda. Sensor mampu mendeteksi objek yang di atur pada sistem yang kita inginkan. Sensor digunakan pada saat ini untuk mendeteksi bahaya , suhu , atau bencana alam.

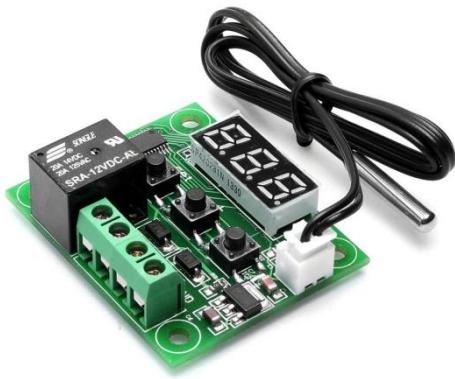
2.2.1 Sensor suhu

Sensor temperatur komponen dalam elektronika yang merespon perubahan suhu atau perubahan suhu di sekitar komponen itu. Sangat mudah untuk menemukan beberapa jenis peralatan listrik dan elektronik di sekitar kita yang menggunakan sensor suhu.

Sensor suhu merupakan komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada suatu benda tertentu. Sensor suhu mengukur jumlah energi panas/dingin yang dihasilkan suatu benda, sehingga memungkinkan kita mengenali atau mendeteksi gejala perubahan suhu dalam bentuk keluaran analog atau digital. Contoh alat dan barang elektronik yang digunakan atau menggunakan sensor suhu : W1209 digital termostat , termometer tubuh , thermis Ac , oven , kulkas, dan lain nya.

2.2.2 W1209 Digital Termostat

W1209 adalah pengontrol termostat berbiaya rendah namun sangat fungsional. Modul ini secara cerdas mengontrol daya ke sebagian besar jenis perangkat listrik berdasarkan suhu yang dirasakan oleh sensor suhu jarak jauh NTC dengan akurasi tinggi yang disertakan. Pendingin, pemanas, atau kipas dihubungkan ke catu daya melalui kontak relai K0 dan K1 , dan titik setel hidup/mati suhu diprogram ke dalam W1209 menggunakan tombol dan tampilan Set, Kenaikan, dan Penurunan bawaan. Kontak relai kemudian dibuka dan ditutup , bertindak sebagai saklar daya untuk pendingin/pemanas , berdasarkan suhu yang diukur oleh sensor suhu NTC (disertakan dengan modul) dan setpoint yang diprogram ke dalam pengontrol W1209. 3 saklar digunakan untuk mengonfigurasi parameter termasuk suhu pemicu hidup & mati. Relai terpasang dapat beralih hingga maksimum 12 5V AC atau 14V DC pada 20A. Digital termostat ini dilengkapi dengan sensor sb dengan range -50° sampai 110°C.



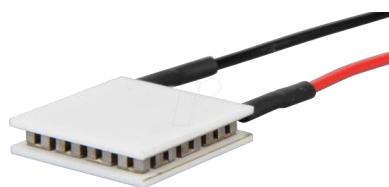
Gambar W1209 Digital Termostat

(sumber google)

2.3 Pendingin thermoelektrik tipe 12706A

Thermoelectric adalah suatu elemen yang memiliki sisi panas dan sisi dingin , Prinsip operasi TEC adalah untuk mentransfer listrik dari semikonduktor positif ke negatif melalui logam konduktif listrik , sedangkan proses listrik mengarah ke pendinginan salah satu sisi , yang tegangan negatif dapat diterapkan. Sebaliknya , sisi lain yang berpotensi terkena tegangan positif akan menjadi titik keluar panas. Sedangkan untuk sisi dinginnya dapat diatur dengan voltase tertentu untuk mendapatkan suhu dingin yang diinginkan. Area ini sering digunakan untuk membuat pendingin tangan , tentunya dengan bantuan peralatan lainnya. Pada rangkaian tertentu , tegangan listrik yang diberikan pada komponen ini dapat menimbulkan efek panas pada satu sisi dan efek pendinginan pada sisi lainnya. Kondisi ini disebabkan karena EFT bekerja seperti pompa kalor dari sisi dingin ke sisi panas. Istilah Peltier sendiri digunakan karena mengacu pada nama penemu efek dingin dan panas pada komponen ini yaitu JCAthanase Peltier.

Prinsip pengoperasian termoelektrik didasarkan pada efek Seebeck, yaitu dengan mengalirkan arus searah pada elemen Peltier yang terdiri dari beberapa pasang semikonduktor tipe-p (yaitu semikonduktor dengan tingkat energi lebih rendah) dan tipe-n (yaitu semikonduktor dengan tingkat energi lebih tinggi). tingkat energi rendah). tingkat energi yang lebih tinggi) hal ini akan menyebabkan salah satu sisi elemen Peltier menjadi dingin (panas diserap) dan sisi lainnya menjadi panas (panas dilepaskan), begitu pula sebaliknya jika arah arus berubah. Elektron yang mengalir dari semikonduktor tipe-p ke semikonduktor tipe-n menyebabkan sisi dingin elemen Peltier menjadi dingin.



Gambar 2- 4. Thermoelektrik

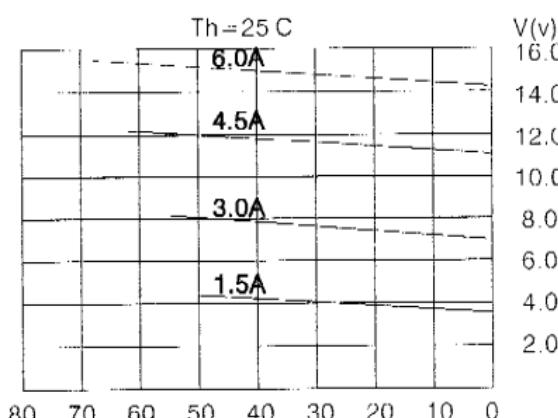
(sumber google)

Berikut adalah gambar dan grafik spesifikasi dari thermoelektrik (peltier) tipe 12706A , tabel menggunakan suhu panas untuk pengukuran sedangkan untuk suhu dingin perbandingan selisih antara suhu dingin dan panas yaitu 35°C.

Hot Side Temperature (° C)	25° C	50° C
Qmax (Watts)	50	57
Delta T _{max} (° C)	66	75
I _{max} (Amps)	6.4	6.4
V _{max} (Volts)	14.4	16.4
Module Resistance (Ohms)	1.98	2.30

Gambar 2-5. spesifikasi peltier 12706

(sumber google)



Grafik 2-1. Arus dan tegangan peltier 12706

(sumber google)

2.4 Kipas dc tipe AVC DBTA0420B2U PWM

Kipas adalah alat mekanis yang dirancang untuk menciptakan aliran atau aliran dalam cairan , biasanya dalam bentuk gas. Dalam dunia industri , kipas angin digunakan untuk membuang atau mendinginkan hawa panas yang tersimpan agar terkontrol dan stabil.

kipas dc terdiri dari beberapa komponen utama : Medan sederhana mempunyai dua kutub medan yaitu kutub utara dan kutub selatan melintasi ruang terbuka antar kutub dari Utara ke Selatan. Dinamo/rotor berbentuk silinder dan dihubungkan pada poros. drive untuk memindahkan kargo. Blower, atau baling-baling, adalah bagian pasif yang mengeluarkan angin yang dihasilkan. pergerakan dinamo. Kipas dc tipe AVC DBTA0420B2U PWM memiliki ukuran 40 x 40 x 20mm dengan kecepatan putaran $12000 \pm \text{RPM}$ dengan tegangan 12V dan arus 0.50A



Gambar 2-5. Kipas dc
(sumber google)

2.5 Power supply AC to DC 12V 30A

Power supply adalah sebuah perangkat hardware elektronik yang di gunakan untuk mengubah arus dari AC ke DC dibutuhkan oleh komponen komputer seperti motherboard , ruang CD , harddisk , dan lain-lain. komponen lainnya. Catu daya memasok daya ke motherboard , hard drive , panas , drive DVD , dan perangkat lain di casing komputer.

Catu daya ini menggunakan trafo step down dari 220 VAC menjadi 12 VAC. Jembatan dioda kemudian digunakan untuk memungkinkannya beralih dari AC ke DC , dan terakhir kapasitor 1000uF digunakan untuk menghilangkan kebisingan dan riak yang dihasilkan. Untuk cara kerja dari power supply ini antara lain :

1. Tegangan AC masuk ke input trafo (primer) dan diturunkan.
2. Trafo (sekunder) akan menghasilkan tegangan yang lebih rendah dibandingkan trafo (primer).
3. Kemudian masukkan dioda untuk mengubah tegangan AC menjadi DC.
4. Penggunaan IC dan kapasitor untuk menstabilkan tegangan DC.

5. catu daya dapat menghasilkan tegangan DC



Gambar 2-6. Power supply 12V 30A

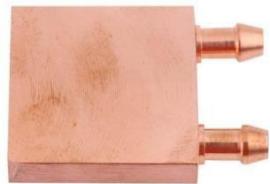
(sumber google)

2.6 Water coller

Water cooler adalah proses pendinginan suatu suhu yang panas menggunakan air , dengan sistem air yang mengalir water coller memindahkan suhu panas menggunakan air agar suhu tetap dingin dan stabil. Pendinginan air bekerja seperti radiator di mobil atau rumah. Sistem ini memaksa cairan melalui "water blok" yang terletak di atas chip yang didinginkan. Cairan yang relatif lebih dingin yang bersirkulasi melalui water blok mengumpulkan panas dari chip. Pasta termal dan pelat pendukung ditempatkan di antara water blok dan prosesor untuk meningkatkan sifat perpindahan panas. Kemudian, saat cairan memanas , cairan tersebut dipompa ke heatsink di bagian belakang casing , tempat kipas memindahkan panas ke udara dingin. Cairan yang didinginkan kemudian dikembalikan ke blok air untuk dipanaskan dan proses terus berulang.

2.6.1 Water blok

Water blok adalah suatu alat yang digunakan pada sistem water cooling untuk menyalurkan suhu panas menggunakan air agar suhu dingin tetap terjaga dan stabil. Water blok terdiri dari dua bagian utama: "base" bagian yang terhubung langsung ke perangkat , dan "atas" , yang menjamin keamanan air di dalam blok dan memiliki sambungan untuk sambungan ke pendingin air. cara kerja water blok dengan cara mengaliri air dan menyerap panas yang dihasilkan komputer atau laptop dari prosesor. Setelah panas yang dihasilkan prosesor diserap oleh air , maka air tersebut dipompa dan dialirkan ke heatsink menggunakan selang. Di dalam radiator , air panas kemudian didinginkan oleh kipas yang ada di casing.



*Gambar 2-7. Water blok
(sumber google)*

2.7 Heatsink casing

Heatsink adalah alat yang digunakan sebagai pengatur panas pasif primer yang dapat menyerap panas yang dihasilkan oleh komponen elektronik dan kemudian mentransfernya ke lingkungan fluida di sekitar sistem. Heatsink biasa terdapat pada komputer dan PC , berfungsi untuk mendinginkan dan menyerap panas pada komponen tertentu pada perangkat agar terlindungi dan dapat bekerja secara maksimal. Pada rangkaian komputer , heatsink merupakan salah satu komponen yang memegang peranan yang sangat penting. heatsink terletak di belakang processor komputer, laptop atau PC. Tanpa heatsink, komputer Anda tidak akan bertahan lama. Heatsink juga memiliki kipas kecil atau kipas pendingin yang sekaligus menjaga keseimbangan suhu di dalam komputer. Heatsink berfungsi sebagai penjaga suhu pada sebuah alat yang memiliki kinerja berat sehingga suhunya tetap stabil bahkan meningkat heatsink casing ini mampu menyerap panas hingga 60°C sehingga heatsink casing ini mampu meminimalisir terjadinya overhit.



*Gambar 2-8. Heatsink casing
(sumber google)*

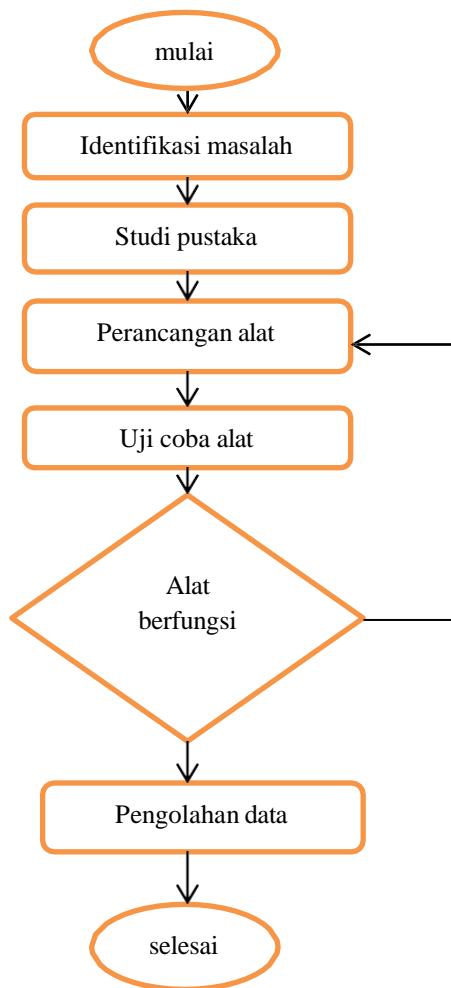
BAB 3

MOTODOLOGI

Bab ini akan memaparkan langkah-langkah sistematis yang dilakukan dalam proses penggerjaan. Meliputi alur perancangan , alat dan bahan , metode perancangan , prosedur perancangan , sumber data , dan metode pengumpulan data.

3.1 Aluran perancangan

Alur perancangan menggambarkan bagaimana tahapan pekerjaan penelitian akan dilakukan. Di bawah ini adalah diagram blok.



Gambar 3. Flowchart alur perancangan

(sumber dokumen asli)

3.2 Alat dan material

Bagian ini menjelaskan tentang alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini.

3.2.1 Alat

Penelitian ini menggunakan alat-alat berikut:

1. Kit alat:
 - A. Cutter
 - B. Obeng
 - C. Tang kombinasi
 - D. Tang polong
 - E. Kabel jamper
2. Multimeter

3.2.2 Material atau bahan

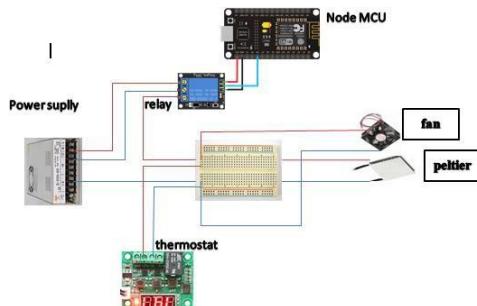
- A. Power supply
- B. Node MCU ESP 6288
- C. Thermostat
- D. Thermoelectric Cooler
- E. Water blok
- F. Selang
- G. Bak penampung air
- H. Sterofoam dengan
volume panjang x
lebar x tinggi
45 cm x 32cm x 17cm
 $= 17280\text{cm}^3$
- I. Fan
- J. Heatsink
- K. Pompa air aquarium

3.3 Perancangan rangkaian

Proses perancangan rangkaian adalah langkah-langkah yang diikuti untuk merancang suatu rangkaian elektronik dengan tujuan mencapai fungsi yang diinginkan setelah melakukan pembuatan konsep perancangan.

3.3.1 Gambar rangkaian pendingin.

Pada bagian ini menjelaskan tentang rangkaian yang terhubung dengan pendingin.

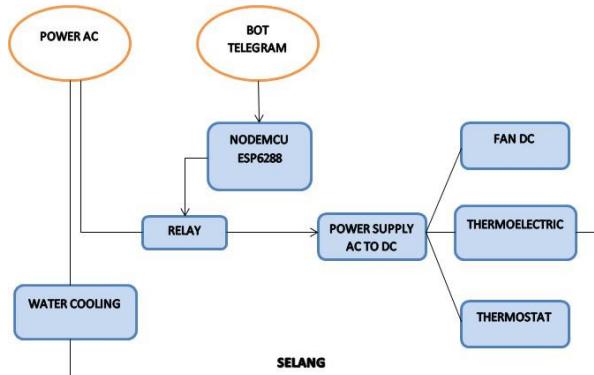


Gambar 3. 1 Rangkaian pendingin

(sumber dokumen asli)

3.3.2 Diagram blok

Blok diagram digunakan untuk menyederhanakan mengenai sistem dan memberikan gambaran mengenai hubungan antara bagian-bagian sistem.



Gambar 3.2 diagram blok

(sumber dokumen asli)

3.3.3 Program NODE MCU

Untuk memberikan perintah kepada node mcu dan relay itu digunakan bot telegram untuk memerintah node mcu menjadi saklar pada rangkaian.

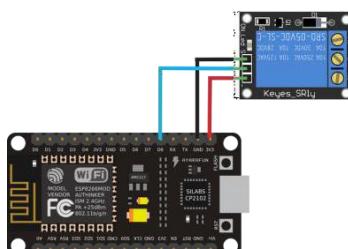
Fungsi node mcu pada komponen :

1. Node mcu pada bot telegram

Bot telegram disini berfungsi sebagai perintah utama yang akan mengaktifkan rangkaian pendingin. jika di bot telegram di perintah MENYALA maka bot telegram akan memerintahkan ke pada node mcu untuk mengaktifkan relay.

2. Node mcu pada relay

Relay disini berfungsi untuk menjaga dan mengatur rangkaian sesuai dengan apa yang di perintahkan bot telegram kepada node mcu untuk mengaktifkan relay , jika node mcu sudah menerima perintah dari bot telegram maka node mcu akan mengaktifkan relay untuk menghidupkan rangkaian pendingin .



Gambar 3.3 skematik nodemcu dan relay

(sumber dokumen asli)

3.4 Perancangan rangkaian bahan dan material

Implementasi perancangan alat merujuk pada proses mengubah desain atau rancangan suatu alat atau perangkat dari konsep menjadi bentuk fisik yang dapat berfungsi secara praktis.

3.4.1 Rangkaian sistem pendingin

Rangkaian sistem pendingin ini terbuat dari komponen thermoelectric , fan dan heatsink. Thermoelectric ini menjadi sumber utama untuk pendigin , fan berfungsi sebagai panyalur dingin melalui udara yang di hembuskan , dan heatsink berfungsi sebagai pengendali panas pada thernelectric agar mampu memberikan suhu dingin dengan maksimal.

3.4.2 Rangkaian nodemcu dan relay sebagai reciver

Nodemcu dan relay disini berungsi sebagai saklar yang di kendalikan oleh bot telegram. Nodemcu akan menerima perintah dari bot telegram untuk kondisi yang di inginkan , lalu nodemcu akan mengaktifkan relay sesuai dengan perintah dari bot telegram.

3.4.3 Rangkaian informasi suhu

Rangkaian pengatur suhu terdiri dari komponen thermostat dan sensor SB.

Rangkaian ini berfungsi untuk memberi informasi suhu yang ada didalam ruang pendingin.

3.5 Sistem kerja rangkaian pendingin

Hal yang pertama harus dilakukan adalah pengecekan komponen rangkaian dan tegangan. kemudia masuk menggunakan ponsel ke aplikasi telegram dan buka bot telegram yang sudah di program. Lalu perintah bot telegram untuk menghidupkan node mcu dengan kode MENYALA akan nodemcu akan mengaktifkan relay dan relay akan menghidupkan rangkaian pendingin.

3.6 Metode pemerosesan data

Metode pengolahan data merupakan proses pengolahan data dalam penelitian ini , metode pengolahan data ada setelah selesainya metode pengumpulan data lapangan.

3.6.1 teknik penyuntingan

Proses ini terdiri dari validasi ulang data yang diambil atau diterima dari sumber data
Teknik penyuntingan juga disebut teknik mengamati dan juga memperbaiki naskah.

3.6.2 Teknik tabulasi

Langkah ini melakukan langkah pengelompokan data yang ditangkap atau diterima pada saat pengujian rangkaian seperti arus , tegangan , dan daya.

3.7 Pengolahan data

Analisi data dalam penelitian ini dilakukan secara manual menghitung output daya yang dihasilkan oleh setiap komponen yang menghasilkan nilai efisiensi. Untuk menghitung daya (P) yang dihasilkan oleh rangkaian dapat dihitung dengan menggunakan formula:

$$P = V \times I \quad (3.1)$$

Di mana P adalah daya (Watt) , V adalah tegangan output (Volt). Energi Listrik adalah muatan listrik yang mentransfer ke sesuatu benda. Energi listrik dirumuskan dengan:

$$W = V \times I \times t \quad (3.2)$$

$$W = \text{daya (watt)} \quad V = \text{tegangan (volt)} \quad I = \text{arus (ampere)} \quad t = \text{waktu (detik)}$$

Sedangkan energi dingin yang berpindah dari benda yang suhunya lebih tinggi ke benda yang suhunya lebih rendah. Energi termal dirumuskan dengan persamaan.

$$Q = mc\Delta T \quad (3.3)$$

Q = energi panas

(joule) m = massa

(kg)

c = panas energi udara (kg/ °C)

ΔT = perubahan suhu

Jika tidak ada energi yang hilang , maka kalor yang diterima benda akan sama dengan energi listrik yang digunakan.Untuk menghitung efisiensi , bandingkan output dan input. Saat menggunakan Peltier , efisiensi dapat dihitung dari persamaan.

$$\text{Perhitungan efisiensi} = \frac{\text{energi kalor}}{\text{energi listrik}} \times 100\% = \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% \quad (3.4)$$

Dimana perhitungan efisiensi energi thermoelektrik V tegangan (V) , arus I (A) , waktu t (detik) waktu yang diuji sampai pendingin dapat nilai konstan , jenis udara dari suhu awal C , perubahan suhu ΔT (suhu awal - suhu akhir).

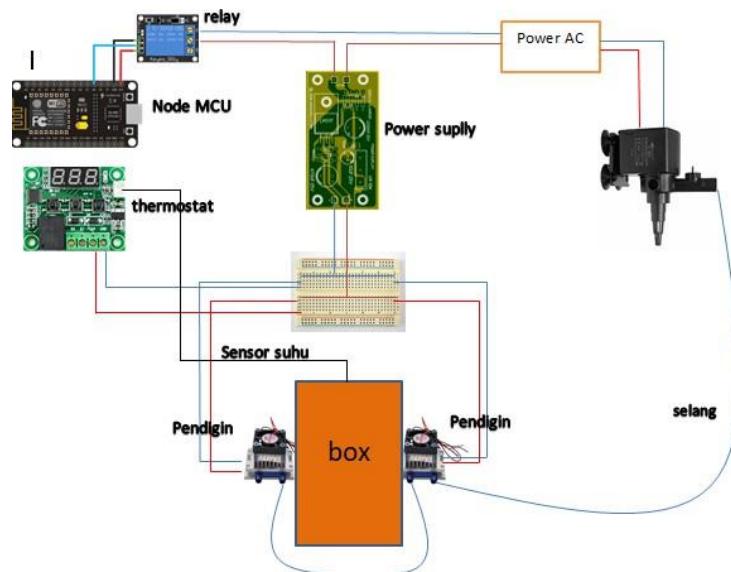
BAB IV

Hasil dan pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alternatif alat pendingin. karena penggunaan sisi dingin Peltier TEC1-12706 sebagai sumber pendingin pada box. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitasnya dari box pendingin minuman dan makanan menggunakan thermoelectric , dan cari tahu berapa lama pendingin dapat bertahan suhu dingin. Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu rendah awal dan akhir box pendingin , output arus dan tegangan oleh sistem termoelektrik.

4.1 Hasil Perancangan Hardware

Hasil dari box pendingin menggunakan bahan gabus dan papan triplek yang digunakan untuk menempatkan kedua pendingin , node MCU ESP6288 yang ditempatkan di samping kanan beserta power suply dan relay. Seperti gambar berikut :



Gambar 4-1 Ilustrasi hardware

(dokumen asli)

Pada gambar 4-1 menjelaskan cara kerja alat dalam bentuk ilustrasi , Bot telegram akan mengirim perintah kepada node MCU ESP6288 untuk menghidupkan relay , relay akan menghidupkan power suply lalu komponen lain akan bersamaan menyala. fan dan thermo electric , water cooling berfungsi membuang suhu panas pada sisi thermoelectric , di dalam box fan akan menghembuskan suhu dingin dari sisi dingin thermoelectric.



Gambar 4-2 bagian dalam, pendingin, dan sisi kanan box pendingin

(dokumen asli)

Pada gambar diatas ditunjukan sitem yang digunakan , keterangan dari gambar berikut adalah:

1. Node MCU ESP6288
2. Relay
3. Power suply
4. Fan
5. Sterofoam
6. heatsink
7. Thermoelectric (peltier)
8. Water cooling



Gambar 4-3 sistem saklar IOT

(dokumen asli)

Pada gambar 4-3 ditunjukan gambar sistem bagian saklar IOT , keterangan alat antara lain :

1. Node MCU ESP6288
2. Relay

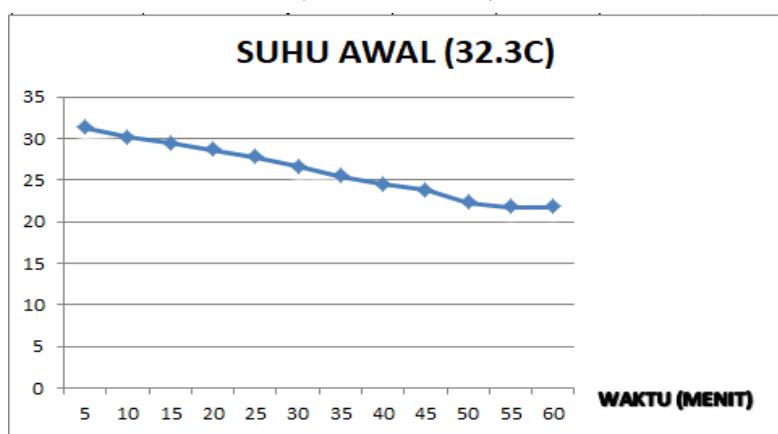
4.2 Hasil analisis pendingin

Hasil analisis rangkaian pendingin yang di lakukan di dalam box, membandingkan suhu yang di hasilkan rangkaian pendingin di dalam box dan suhu di luar box.

Hasil dari rangkaian pendingin menggunakan 2 elemen thermoelectric selama 60 menit.

no	tegangan (volt)	arus (ampere)	waktu (menit)	suhu awal (32.3°C)	daya (watt)	energi listrik (joule)
1	12v	9A	5 MENIT	31.4 °C	108 watt	32.400 j
2	12v	8.9A	10 MENIT	30.2°C	106.8 watt	64.080 j
3	12v	9A	15 MENIT	29.5°C	108 watt	97.200 j
4	12v	9A	20 MENIT	28.7°C	108 watt	129.600 j
5	12v	8.9A	25 MENIT	27.8°C	106.8 watt	160.200 j
6	12v	8.9A	30 MENIT	26.7°C	106.8 watt	192.240 j
7	12v	8.9A	35 MENIT	25.5°C	106.8 watt	224.280 j
8	12v	8.9A	40 MENIT	24.9°C	106.8 watt	256.320 j
9	12v	9A	45 MENIT	23.6°C	108 watt	291.600 j
10	12v	9A	50 MENIT	22.4°C	108 watt	324.000 j
11	12v	9A	55 MENIT	21.8°C	108 watt	356.400 j
12	12v	9A	60 MENIT	21.8°C	108 watt	388.800 j

Tabel 4.1 rangkaian menggunakan 2 pendingin
(sumber dokumen asli)



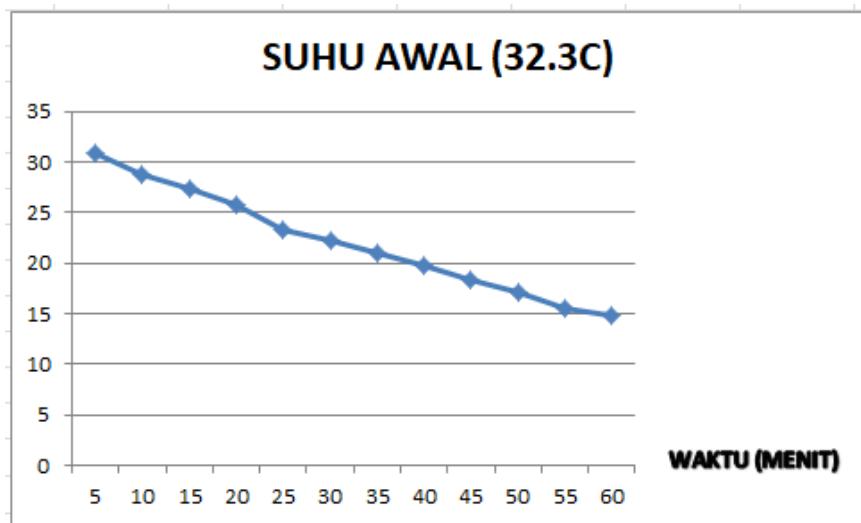
Grafik 4.1 rangkaian menggunakan 2 pendingin
(sumber dokumen asli)

Dengan menggunakan 2 elemen thermoelectric di dapatkan nilai dingin konstan 21.8 °C Dengan waktu 60 menit.

Hasil dari rangkaian pendingin menggunakan 5 elemen thermoelectric selama 60 menit.

no	tegangan (volt)	arus (ampere)	waktu (menit)	suhu awal (32.3°C)	daya (watt)	energi listrik (joule)
1	12v	22.5A	5 MENIT	30.8°C	270 watt	81.000 j
2	12v	22A	10 MENIT	28.7°C	264 watt	158.400 j
3	12v	22A	15 MENIT	27.3°C	264 watt	237.600 j
4	12v	22A	20 MENIT	25.8°C	264 watt	316.800 j
5	12v	22.5A	25 MENIT	23.3°C	270 watt	405.000 j
6	12v	22.5A	30 MENIT	22.2°C	270 watt	486.000 j
7	12v	22.5A	35 MENIT	21.7°C	270 watt	567.000 j
8	12v	22.5A	40 MENIT	19.9°C	270 watt	648.000 j
9	12v	22A	45 MENIT	18.4°C	264 watt	712.800 j
10	12v	22A	50 MENIT	17.2°C	264 watt	792.000 j
11	12v	22.5A	55 MENIT	15.8°C	270 watt	891.000 j
12	12v	22.5A	60 MENIT	14.8°C	270 watt	972.000 j

*Tabel 4.2 rangkaian menggunakan 5 pendingin
(sumber dokumen asli)*



*Grafik 4.2 rangkaian menggunakan 5 pendingin
(sumber dokumen asli)*

Dengan menggunakan 5 elemen thermoelectric di dapatkan nilai dingin konstan 14.8 °C

Dengan rata-rata menurun nya suhu 1.4°C / 5 menit dalam waktu 60 menit.

4.3 Analisis data

Dari pengujian dapat dilihat perbedaan dari suhu awal , suhu yang berada didalam box terus menurun sampai batas dingin maximal yang dihasilkan oleh rangkaian pendingin. Rangkaian pendingin ini dirancang menggunakan dingin dari thermoelectric dengan mengalirkan tegangan dari DC dari power dan menggunakan water coller untuk menjaga suhu panas agar tetap stabil pada thermoelectric. Thermoelectric berjumlah 5 buah dan 3 kipas DC yang masing-masing terletak di samping kiri dan kanan , dan belakang , dengan 1 power supply 12V 30 A. Pendingin thermoelektrik dihidupkan selama waktu tertentu hingga level yang diinginkan tercapai. Pendinginan maksimum tercapai sehingga dapat digunakan untuk menyimpan makanan dan minuman.

Hasil pengambilan data dari perbandingan rangkaian pendingin yang menggunakan 2 thermoelectric dan 5 thermoelectric cukup signifikan perubahannya , terlihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 dari waktu yang digunakan sampai mendapatkan nilai konstan dari rangkaian pendingin yang menggunakan 2 thermoelectric yaitu : 21.8 derajat celcius dan untuk rangkaian pendingin yang menggunakan 5 thermoelectric di dapati nilai konstan yaitu : 14.8 derajat celcius. disimpulkan bahwa alat dapat menjaga kesegaran minuman dan makanan. Hasil perhitungan suhu pada rangkaian pendingin dapat terganggu karna adanya pengaruh udara luar yang juga mempengaruhi keadaan distribusi suhu di dalam pendingin. Karena masih terdapat celah pada ruang lemari es yang tidak tertutup rapat , udara luar mempengaruhi suhu di dalam ruang lemari es. Untuk mengatasi kebocoran suhu dapat menggunakan sterofoam dan aluminium foil agar box selalu kedap dan tidak ada kebocoran suhu.

Perhitungan daya menggunakan 2 rangkaian pendingin dengan rumus :

$$\begin{aligned} P &= V \times I & P &= V \times I \\ &= 12 \times 9 & &= 12 \times 8.9 \\ P &= 108 \text{ watt} & P &= 106.8 \text{ watt} \end{aligned}$$

Perhitungan energi listrik menggunakan 2 rangkaian pendingin dengan rumus :

$$\begin{array}{llll} 1. \quad W = V \times I \times t & 2. \quad W = V \times I \times t & 3. \quad W = V \times I \times t & 4. \quad W = V \times I \times t \\ = 12 \times 9 \times 300 & = 12 \times 8.9 \times 600 & = 12 \times 9 \times 900 & = 12 \times 9 \times 1200 \\ = 32400 \text{ j} & = 64080 \text{ j} & = 97200 \text{ j} & = 129600 \text{ j} \end{array}$$

$$\begin{array}{llll}
5. \quad W = V \times I \times t & 6. \quad W = V \times I \times t & 7. \quad W = V \times I \times t & 8. \quad W = V \times I \times t \\
= 12 \times 8.9 \times 1500 & = 12 \times 8.9 \times 1800 & = 12 \times 8.9 \times 2100 & = 12 \times 8.9 \times 2400 \\
= 160200 \text{ J} & = 192240 \text{ J} & = 224280 \text{ J} & = 256320 \text{ J} \\
\\
9. \quad W = V \times I \times t & 10. \quad W = V \times I \times t & 11. \quad W = V \times I \times t & 12. \quad W = V \times I \times t \\
= 12 \times 9 \times 2700 & = 12 \times 9 \times 3000 & = 12 \times 9 \times 3300 & = 12 \times 9 \times 3600 \\
= 291600 \text{ J} & = 324000 \text{ J} & = 356400 \text{ J} & = 388800 \text{ J}
\end{array}$$

Perhitungan daya menggunakan 5 rangkaian pendingin dengan rumus :

$$\begin{array}{ll}
P = V \times I & P = V \times I \\
= 12 \times 22.5 & = 12 \times 22 \\
P = 270 \text{ watt} & P = 264 \text{ watt}
\end{array}$$

Perhitungan energi listrik menggunakan 5 rangkaian pendingin dengan rumus :

$$\begin{array}{llll}
1. \quad W = V \times I \times t & 2. \quad W = V \times I \times t & 3. \quad W = V \times I \times t & 4. \quad W = V \times I \times t \\
= 12 \times 22.5 \times 300 & = 12 \times 22 \times 600 & = 12 \times 22 \times 900 & = 12 \times 22 \times 1200 \\
= 81000 \text{ J} & = 158400 \text{ J} & = 237600 \text{ J} & = 316800 \text{ J} \\
\\
5. \quad W = V \times I \times t & 6. \quad W = V \times I \times t & 7. \quad W = V \times I \times t & 8. \quad W = V \times I \times t \\
= 12 \times 22.5 \times 1500 & = 12 \times 22.5 \times 1800 & = 12 \times 22.5 \times 2100 & = 12 \times 22.5 \times 2400 \\
= 405000 \text{ J} & = 486000 \text{ J} & = 567000 \text{ J} & = 648000 \text{ J} \\
\\
9. \quad W = V \times I \times t & 10. \quad W = V \times I \times t & 11. \quad W = V \times I \times t & 12. \quad W = V \times I \times t \\
= 12 \times 22 \times 2700 & = 12 \times 22 \times 3000 & = 12 \times 22.5 \times 3300 & = 12 \times 22.5 \times 3600 \\
= 712800 \text{ J} & = 792000 \text{ J} & = 891000 \text{ J} & = 972000 \text{ J}
\end{array}$$

Perhitungan pelepasan kalor menggunakan 2 rangkaian pendingin dengan rumus :

$$\begin{array}{llll}
1. \quad Q = mc\Delta T & 2. \quad Q = mc\Delta T & 3. \quad Q = mc\Delta T & 4. \quad Q = mc\Delta T \\
= 1 \times 4200 \times 0.8 & = 1 \times 4200 \times 2.1 & = 1 \times 4200 \times 2.8 & = 1 \times 4200 \times 3.6 \\
= 3360 \text{ J} & = 8820 \text{ J} & = 11760 \text{ J} & = 15120 \text{ J} \\
\\
5. \quad Q = mc\Delta T & 6. \quad Q = mc\Delta T & 7. \quad Q = mc\Delta T & 8. \quad Q = mc\Delta T \\
= 1 \times 4200 \times 4.5 & = 1 \times 4200 \times 5.6 & = 1 \times 4200 \times 6.8 & = 1 \times 4200 \times 7.4 \\
= 18900 \text{ J} & = 23520 \text{ J} & = 28560 \text{ J} & = 31080 \text{ J}
\end{array}$$

$$\begin{array}{llll}
9. Q = mc\Delta T & 10. Q = mc\Delta T & 11. Q = mc\Delta T & 12. Q = mc\Delta T \\
= 1 \times 4200 \times 8.7 & = 1 \times 4200 \times 9.9 & = 1 \times 4200 \times 10.5 & = 1 \times 4200 \times 10.5 \\
= 36540 \text{ J} & = 41580 \text{ J} & = 44100 \text{ J} & = 44100 \text{ J}
\end{array}$$

Perhitungan pelepasan kalor menggunakan 5 rangkaian pendingin dengan rumus :

$$\begin{array}{llll}
1. Q = mc\Delta T & 2. Q = mc\Delta T & 3. Q = mc\Delta T & 4. Q = mc\Delta T \\
= 1 \times 4200 \times 1.04 & = 1 \times 4200 \times 3.6 & = 1 \times 4200 \times 5 & = 1 \times 4200 \times 6.5 \\
= 4368 \text{ J} & = 15120 \text{ J} & = 21000 \text{ J} & = 27300 \text{ J} \\
5. Q = mc\Delta T & 6. Q = mc\Delta T & 7. Q = mc\Delta T & 8. Q = mc\Delta T \\
= 1 \times 4200 \times 9 & = 1 \times 4200 \times 10.1 & = 1 \times 4200 \times 10.6 & = 1 \times 4200 \times 12.4 \\
= 37800 \text{ J} & = 42420 \text{ J} & = 44520 \text{ J} & = 52080 \text{ J} \\
9. Q = mc\Delta T & 10. Q = mc\Delta T & 11. Q = mc\Delta T & 12. Q = mc\Delta T \\
= 1 \times 4200 \times 13.9 & = 1 \times 4200 \times 15.1 & = 1 \times 4200 \times 16.5 & = 1 \times 4200 \times 17.5 \\
= 58380 \text{ J} & = 63420 \text{ J} & = 69300 \text{ J} & = 73500 \text{ J}
\end{array}$$

Perhitungan efisiensi menggunakan 2 rangkaian pendingin dengan rumus :

$$\text{Perhitungan efisiensi} = \frac{\text{energi kalor}}{\text{energi listrik}} \times 100\% = \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\%$$

$$\begin{array}{ll}
1. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{3360}{32400} \times 100\% = 0.07\% & 7. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{28560}{224280} \times 100\% = 0.09\% \\
2. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{8820}{64080} \times 100\% = 0.10\% & 8. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{31080}{256320} \times 100\% = 0.09\% \\
3. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{11760}{97200} \times 100\% = 0.09\% & 9. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{36540}{291600} \times 100\% = 0.09\% \\
4. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{15120}{129600} \times 100\% = 0.08\% & 10. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{41580}{324000} \times 100\% = 0.09\% \\
5. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{18900}{160200} \times 100\% = 0.08\% & 11. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{44100}{365400} \times 100\% = 0.10\% \\
6. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{23520}{192240} \times 100\% = 0.09\% & 12. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{44100}{365400} \times 100\% = 0.08\%
\end{array}$$

Perhitungan efisiensi menggunakan 5 rangkaian pendingin dengan rumus :

$$\text{Perhitungan efisiensi} = \frac{\text{energi kalor}}{\text{energi listrik}} \times 100\% = \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\%$$

$$1. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{4368}{81000} \times 100\% = 0.04\%$$

$$2. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{15120}{158400} \times 100\% = 0.07\%$$

$$3. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{21000}{237600} \times 100\% = 0.06\%$$

$$4. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{27300}{316800} \times 100\% = 0.06\%$$

$$5. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{37800}{405000} \times 100\% = 0.06\%$$

$$6. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{42420}{486000} \times 100\% = 0.06\%$$

$$7. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{44520}{567000} \times 100\% = 0.06\%$$

$$8. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{52080}{648000} \times 100\% = 0.06\%$$

$$9. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{58380}{712800} \times 100\% = 0.06\%$$

$$10. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{63420}{792000} \times 100\% = 0.06\%$$

$$11. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{69300}{891000} \times 100\% = 0.06\%$$

$$12. \frac{mc\Delta T}{v.i.t} \times 100\% = \frac{73500}{972000} \times 100\% = 0.05\%$$

no	tegangan (volt)	arus (ampere)	waktu (detik)	energi listrik (joule)	perubahan suhu	energi kalor	efesiensi
1	12v	11.8A	300	42.480 j	0,8	3360 j	0,07%
2	12v	11.8A	600	84.960 j	2,1	8820 j	0,10%
3	12v	11.9A	900	128.520 j	2,8	11760 j	0,09%
4	12v	11.8A	1200	169.920 j	3,6	15120 j	0,08%
5	12v	12A	1500	216.000 j	4,5	18900 j	0,08%
6	12v	12A	1800	259.200 j	5,6	23520 j	0,09%
7	12v	12A	2100	302.400 j	6,8	28560 j	0,09%
8	12v	11.9A	2400	342.720 j	7,4	31080 j	0,09%
9	12v	11.9A	2700	385.560 j	8,7	36540 j	0,09%
10	12v	12A	3000	432.000 j	9,9	41580 j	0,09%
11	12v	12A	3300	475.200 j	10,5	44100 j	0,10%
12	12v	12A	3600	518.400 j	10,5	44100 j	0,08%
						RATA RATA	0,09%

Tabel 4.3 perhitungan menggunakan 2 pendingin

(sumber dokumen asli)

no	tegangan (volt)	arus (ampere)	waktu (detik)	energi listrik (joule)	perubahan suhu	energi kalor	efesiensi
1	12v	11.8A	300	107.280 j	1,04	4368 j	0,04%
2	12v	11.8A	600	214.560 j	3,6	15120 j	0,07%
3	12v	11.9A	900	324.000 j	5	21000 j	0,06%
4	12v	11.8A	1200	432.000 j	6,5	27300 j	0,06%
5	12v	12A	1500	538.200 j	9	37800 j	0,06%
6	12v	12A	1800	648.000 j	10,1	42420 j	0,06%
7	12v	12A	2100	756.000 j	10,6	44520 j	0,06%
8	12v	11.9A	2400	861.120 j	12,4	52080 j	0,06%
9	12v	11.9A	2700	968.760 j	13,9	58380 j	0,06%
10	12v	12A	3000	1.076.400 j	15,1	63420 j	0,06%
11	12v	12A	3300	1.188.000 j	16,5	69300 j	0,06%
12	12v	12A	3600	1.296.000 j	17,5	73500 j	0,05%
						RATA RATA	0,06%

Tabel 4.3 perhitungan menggunakan 5 pendingin

(sumber dokumen asli)

BAB V

PENUTUPAN

5.1 Kesimpulan

Hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa:

perancangan pendingin berbasis mikrokontroler dengan power suplay 12V 30A dan sumber pendingin thermoelectric sudah berhasil diuji coba dengan daya yang dihasilkan yaitu 108 watt untuk 2 pendingin dan 270 watt untuk 5 pendingin Dengan daya rendah mampu mendinginkan box mencapai suhu terendah dan mencapai nilai konstan yaitu 21.8 derajat dengan 2 thermoelectric dan 14.8 derajat dengan 5 thermoelectric . rangkaian pendingin ini hanya mampu menyimpan minuman atau makanan cepat saji yang hanya untuk sekedar mendinginkan, dengan daya yang dihasilkan rangkaian pendingin ini belum mampu bersaing dengan pendingin diluaran dengan spesifikasi dan daya yang lebih rendah lagi.

5.2 Saran

Penggunaan power supply dengan Arus yang lebih besar dapat memaksimalkan pendingin sampai titik terdingin dan penggunaan watercooling juga mampu mengkondisikan suhu pada yang dihasilkan termoelectric agar tetap terjaga dan rangkaian pendingin dapat bekerja dengan baik. Suhu diluar ruangan dan juga material box yang digunakan juga dapat mempengaruhi penyebaran suhu di dalam box maka harus menggunakan alat dan bahan yang kedap udara untuk mengatasi kebocoran udara pada box.

Daftar pustaka

Ahsani, Munib. 2015. *Perancangan AC Portable Menggunakan Efek Perbedaan Temperatur pada Thermoelectric Cooler (TEC)*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya. bab 101.

Aziz, Azrijal, Joko Subroto, warga Desa Silpan. 2015. *Aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai media pendingin minuman*. Riau: Universitas Riau, h.32.

Sembiring F.P, 2018. (“Rancang Bangun Kotak Pendingin Peltier Penyimpanan Buah Dan Sayur Dengan Sumber Energi Tenaga Surya”) Skripsi, Fakultas Teknik, Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Medan

Yudhi Anggani dkk, 2019. *Unjuk Kerja Kotak Pendingin Peltier Dengan Unit Pembuang Panas Heat Sink Fin-Fan dan Single Fan Heat Pipe*. Jurusan Teknik Mesin Univesitas Mataram. Vol.10 No.1.

R. Aziz & Karsid (2015). *Uji Performansi Kontrol Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Variasi Kontrol Digital Dan Kontrol Scheduling Untuk Pengawetan Buah Dan Sayuran*. Jurusan Teknik Pendinginan dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu. Vol.4 No.2 : 2302-2949. 36 Ruhut Amiru dkk, 2017.

Rancang Bangun Pendingin Media Kalibrasi Thermohygrometer Berbasis Peltier. Balai Besar Logam dan Mesin (BBLM). Vol. 39, No.2.

Sembiring F.P, 2018. (“Rancang Bangun Kotak Pendingin Peltier Penyimpanan Buah Dan Sayur Dengan Sumber Energi Tenaga Surya”) Skripsi, Fakultas Teknik, Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Tippler, Paul A, 2001. *Fisika Untuk Sain Dan Teknik Edisi ke-3 julid 2*. Jakarta:Unit Pembuang Panas Heat Sink Fin-Fan Dan Single Fan Heat Pipe. Untuk Penyimpan Sayur Dan Buah. D. Teknik Mesin. Vol. 20, No. 4 Hal. 214-220.

Yudhi Anggani dkk, 2019. *Unjuk Kerja Kotak Pendingin Peltier Dengan Unit Pembuang Panas Heat Sink Fin-Fan dan Single Fan Heat Pipe*. Jurusan Teknik Mesin Univesitas Mataram. Vol.10 No.1.

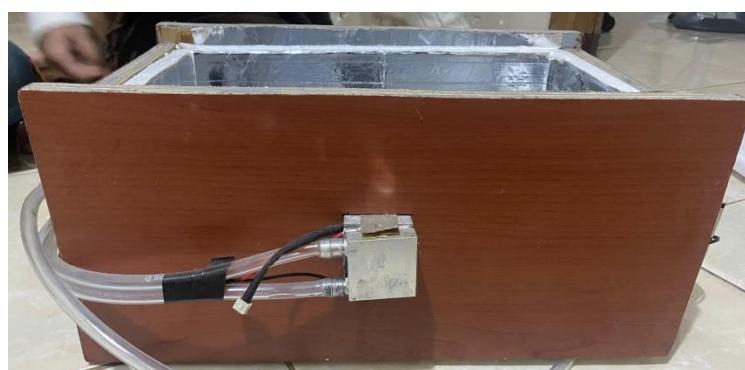
LAMPIRAN



Box tampak atas



Box bagian samping kiri



Box bagian samping kanan



Pendingin



Rangkaian pengontrol

```
Telegram.ino
4 String ssid = "irfan annazib" ; // SSID WiFi
5 String pass = "1803025013"; // Password WiFi
6 String token = "5804971145:AAE26c74Z8p56n7fbe0050Zp7g5hHYKlmes"; // Token Bot Telegram
7 const int id = 5724899071;
8 int led = D4;
9
10 void setup() {
11     // initialize the Serial
12     Serial.begin(9600);
13     pinMode(led, OUTPUT);
14     Serial.println("Mulai Koneksi Ke Telegram ....");
15     myBot.wifiConnect(ssid, pass);
16     myBot.setTelegramToken(token);
17     if (myBot.testConnection())
18         Serial.println("Koneksi Ke Telegram Berhasil");
19     else
20         Serial.println("Koneksi Ke Telegram Gagal");
21 }
22
23 void loop() {
24     //siapkan objek penampung pesan
25     TBMessage msg;
26     //ujil apakah ada pesan masuk
27     if (myBot.getNewMessage(msg))
28         myBot.sendMessage(msg.sender.id, msg.text);
29
30     delay(500);
31 }
```

Program data nodeMCU ESP8266



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI ELEKTRO
Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur
Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 84009941

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama : irfan annazib
NIM : 1803025013
Judul : perancangan rangkaian pendingin berbasis mikrokontroler pada box pendingin minuman dan makanan
Pembimbing I : M. Mujirudin, ST.,MT

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	6 september 2023	Pengajuan Judul dan Bab I	
2	10 september 2023	Penambahan Referensi berdasarkan sumber resmi	
3	26 september 2023	Revisi Bab I dan Bab II	
4	1 november 2023	Revisi Bab III, Flowchart dan Diagram	
5	15 november 2023	Revisi Skema Rancangan Alat	
6	3 november 2023	Revisi format penulisan dan Tabel	
7	6 desember 2023	Revisi Blok Diagram Sistem dan Rumus	
8	10 desember 2023	Permohonan tanda tangan dan pergecekan skripsi	

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I

M. Mujirudin, ST.,MT
NIDN. 0301226705

Mahasiswa

irfan annazib
NIM. 1803025013

Lembar pebimbing 1



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI ELEKTRO
Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur
Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 84009941

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama : irfan annazib
NIM : 1803025013
Judul : perancangan rangkaian pendingin berbasis mikrokontroler pada box pendingin minuman dan makanan
Pembimbing II : Rosalina, S.T., M.T.

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	7 september 2023	Pengajuan Judul dan Bab I	
2	10 september 2023	Penambahan Referensi berdasarkan sumber resmi	
3	23 september 2023	Revisi Bab I dan Bab II	
4	4 november 2023	Revisi Bab III, Flowchart dan Diagram	
5	15 november 2023	Revisi Skema Rancangan Alat	
6	18 november 2023	Revisi format penulisan dan Tabel	
7	6 desember 2023	Revisi Blok Diagram Sistem dan Rumus	
8	10 desember 2023	Permohonan tanda tangan dan pengcekan skripsi	

Mengetahui,
Dosen Pembimbing II

Rosalina, S.T., M.T.
NIDN. 0104011701

Mahasiswa

irfan annazib
NIM. 1803025013

Lembar pebimbing 2

LEMBAR REVISI SIDANG SKRIPSI ONLINE
TEKNIK INFORMATIKA UHAMKA

Report Status Kelulusan Mahasiswa Sidang

Nama Mahasiswa : IRFAN ANNNAZIB
 NIM : 1803025013
 Tanggal Sidang : 2024-01-25 08:00:00
 Nama Pembimbing : M. Mujirudin, ST., MT
 Judul Skripsi : perancangan rangkaian pendingin berbasis mikrokontroler pada box pendingin minuman dan makanan

No	Catatan
----	---------

Validasi Revisi	Nama Dosen	Tanggal Revisi	Paraf
Ketua Sidang	Emilia Roza, ST., MT.	31 Januari 2024	
Pembimbing-1	M. Mujirudin, ST., MT	31 Januari 2024	
Pembimbing-2	Rosalina, S.T., M.T.	31 Januari 2024	
Pengaji-1	Emilia Roza, ST., MT.	31 Januari 2024	
Pengaji-2	Kun Fayakun, ST., MT.	31 January 2024	

Selanjutnya, yang bersangkutan harus segera menyelesaikan permasalahan sehubungan dengan skripsi ini, selambatnya 7 (tujuh) hari setelah tanggal pelaksanaan sidang

Apabila revisi telah selesai dan mendapatkan approval (pengaji, pembimbing, Kaprodi dan Dekan), maka tulisan (Skripsi, Jurnal) dan Program dikumpulkan dalam bentuk CD diberi label sebanyak 3 buah (lengkap) dan hardcover (Fakultas/Perpustakaan, Pembimbing dan Program Studi)

Berkas disusun sesuai petunjuk dan tanda tangan setiap berkas Asli, untuk softcopy dilampirkan hasil pemindai / scanning.

Batas Akhir Revisi(hh/bb/tttt)

Batas Akhir Pengumpulan Berkas dan CD (Skripsi, Jurnal)(Hh/bb/tttt)

Wassalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barokaatuh,

Lembar revisi pengaji 1

LEMBAR REVISI SIDANG SKRIPSI ONLINE
TEKNIK INFORMATIKA UHAMKA

Report Status Kelulusan Mahasiswa Sidang

Nama Mahasiswa : IRFAN ANNNAZIB
 NIM : 1803025013
 Tanggal Sidang : 2024-01-25 08:00:00
 Nama Pembimbing : M. Mujirudin, ST., MT
 Judul Skripsi : perancangan rangkaian pendingin berbasis mikrokontroler pada box pendingin minuman dan makanan

No	Catatan
----	---------

Validasi Revisi	Nama Dosen	Tanggal Revisi	Paraf
Ketua Sidang	Emilia Roza, ST., MT.	31 Januari 2024	
Pembimbing-1	M. Mujirudin, ST., MT	31 Januari 2024	
Pembimbing-2	Rosalina, S.T., M.T.	31 Januari 2024	
Pengaji-1	Emilia Roza, ST., MT.	31 Januari 2024	
Pengaji-2	Kun Fayakun, ST., MT.	31 January 2024	

Selanjutnya, yang bersangkutan harus segera menyelesaikan permasalahan sehubungan dengan skripsi ini, selambatnya 7 (tujuh) hari setelah tanggal pelaksanaan sidang

Apabila revisi telah selesai dan mendapatkan approval (pengaji, pembimbing, Kaprodi dan Dekan), maka tulisan (Skripsi, Jurnal) dan Program dikumpulkan dalam bentuk CD diberi label sebanyak 3 buah (lengkap) dan hardcover (Fakultas/Perpustakaan, Pembimbing dan Program Studi)

Berkas disusun sesuai petunjuk dan tanda tangan setiap berkas Asli, untuk softcopy dilampirkan hasil pemindai / scanning.

Batas Akhir Revisi(hh/bb/tttt)

Batas Akhir Pengumpulan Berkas dan CD (Skripsi, Jurnal)(Hh/bb/tttt)

Wassalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barokaatuh,

Lembar revisi pengaji 2

**PERANCANGAN *WATER LEVEL DETECTOR* PADA
SALURAN IRIGASI SUNGAI**

SKRIPSI



Oleh:

Wildan Yuda Bragaswara

1903025012

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
2024**

**PERANCANGAN *WATER LEVEL DETECTOR* PADA
SALURAN IRIGASI SUNGAI**

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Elektro



Oleh:

Wildan Yuda Bragaswara

1903025012

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERANCANGAN WATER LEVEL DETECTOR PADA SALURAN IRIGASI
SUNGAI**

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh:

Wildan Yuda Bragaswara

1903025012

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika
UHAMKA

Tanggal, 10 Januari 2024

Pembimbing -1



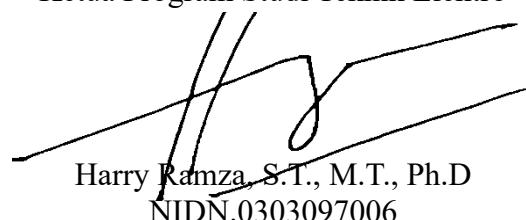
Rosalina, S.T., M.T.
NIDN.0304017001

Pembimbing-2



M. Mujirudin, S.T., M.T
NIDN.0312126705

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D
NIDN.0303097006

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN WATER LEVEL DETECTOR PADA SALURAN IRIGASI
SUNGAI

SKRIPSI

Oleh:
Wildan Yuda Bragaswara
1903025012

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi Program Studi
Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika UHAMKA
Tanggal, 25 Januari 2024

Pembimbing -1

Rosalina, S.T., M.T.
NIDN.0304017001

Pembimbing -2

M. Mujirudin, S.T., M.T.
NIDN.0312126705

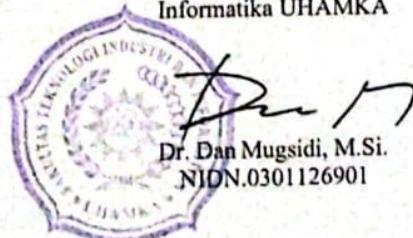
Pengaji -1

Emilia Roza, S.T., M.Pd., M.T.
NIDN.0330097402

Pengaji -2

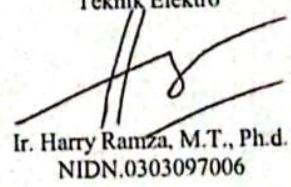
Kun Fayakun, S.T., M.T.
NIDN.0305125701

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Industri dan
Informatika UHAMKA



Dr. Dan Mugsidi, M.Si.
NIDN.0301126901

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Ir. Harry Ramza, M.T., Ph.d.
NIDN.0303097006

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan dibawah ini:

Nama : Wildan Yuda Bragaswara

NIM : 1903025012

Judul skripsi : Perancangan *Water Level Detector* Pada Saluran Irigasi Sungai

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 10 Januari 2024



Wildan Yuda Bragaswara

KATA PENGANTAR

Ucapan puji syukur dipanjangkan ke hadirat Allah SWT. Karena berkat rahmat dan karunia-nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “*Perancangan Water Level Detector Pada Saluran Irigasi Sungai*” sebagai salah satu syarat kelulusan Strata Satu Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercuraj limpahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW dan juga kepada keluarga, sahabat, serta para sahabatnya karena telah membawa kita ke zaman yang dipenuhi dengan ilmu pengetahuan serta menjadi suri teladan hingga akhir zaman.

Penulis menyadari tanpa adanya bimbingan, bantuan serta dukungan dari pihak lain, tugas akhir ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua serta Keluarga Besar yang selalu memberikan dukungan motivasi, kasih sayang serta finansial yang membantu menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Bapak Dr. Dan Mugsidi, M.Si., Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri dan Informatika UHAMKA.
3. Bapak Ir. Harry Ramza, M.T., Ph.D, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro UHAMKA.
4. Ibu Emilia Roza, S.T., M.Pd., M.T., Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan arahan dan informasi perkuliahan dari semester awal hingga akhir.
5. Ibu Rosalina, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membantu dan memberikan arahan serta saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Mujirudin, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membantu memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak Sur, Selaku Pemilik Warung yang memberikan bantuan dalam penelitian lapangan.
8. Ketua RT 04/ RW 03 yang telah memperkenankan untuk melakukan penelitian di lokasi.

9. Keluarga besar Teknik Elektro UHAMKA angkatan 2019 yang selalu memberikan dukungan semangat, saran, bantuan yang telah diberikan hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas segala perbuatan baik semua pihak yang telah memberikan dukungan dan juga bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, namun dengan penelitian yang dilakukan penulis dapat memebrikan informasi bagi pelaku akademika serta sebagai pengembangan wawasan dan juga peningkatan kualitas ilmu pengetahuan untuk masyarakat luas.

Jakarta, 10 Januari 2024
Penulis



Wildan Yuda Bragaswara

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai civitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wildan Yuda Bragaswara

NIM : 1903025012

Program Studi : Teknik Elektro

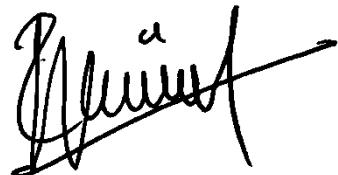
Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Nonekslusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul.

Perancangan *Water Level Detector* Pada Saluran Irigasi Sungai

Hak Bebas Royalti Nonekslusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, berhak menyimpan, mengalihmedia, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah saya dan karya yang telah dibuat adalah tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 10 Januari 2024
Penulis



Wildan Yuda Bragaswara

ABSTRAK

Perancangan *Water Level Detector* Pada Saluran Irigasi Sungai

Wildan Yuda Bragaswara

Kurangnya informasi dan notifikasi pada saluran irigasi sungai sebagai indikasi ketinggian air pada pemukiman rawan banjir memungkinkan warga yang tinggal dekat dengan daerah aliran sungai tersebut tidak dapat mengetahui volume ketinggian air saat hujan. Penyajian data informasi dan notifikasi yang belum terintegrasi dengan IoT serta diperlukannya pembaharuan perangkat sensor deteksi ketinggian air untuk meningkatkan akurasi dalam pengukuran ketinggian air pada saluran irigasi sungai. Digunakanlah metode perancangan teknik untuk menyelesaikan penelitian ini. Hasil dari perancangan yang telah dilakukan bahwasanya detektor ketinggian air pada saluran irigasi sungai ini dapat diimplementasikan, dengan data tampilan melalui website Thinger.io dan melalui perangkat langsung. Sensor TOF VL53L1X dapat mendeteksi jangkauan jarak pada objek terdeteksi dengan nilai persentase kesalahan 0.44% dan akurasi 99.56%

Kata kunci: Perancangan, Ketinggian Air, Pemantauan, TOF VL53L1X, *Internet of Things*.

Design Of Water Level Detector In River Irrigation Channel

Wildan Yuda Bragaswara

The lack of information and notifications on river irrigation channels as an indication of water levels in flood-prone settlements allows residents who live close to the river basin to be unable to know the volume of water levels when it rains. Presentation of information and notification data that has not been integrated with IoT and the need to update the water level detection sensor device to increase accuracy in measuring water levels in river irrigation channels. The engineering design method was used to complete this research. The results of the design that has been done that the water level detector on the river irrigation canal can be implemented, with display data through the Thinger.io website and through a direct device. The TOF VL53L1X sensor can detect the range of distance on the detected object with a percentage error value of 0.44% and an accuracy of 99.56%.

Keywords: Design, Water Level, Monitoring, TOF VL53L1X, *Internet of Things*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Banjir	5
2.2 Perancangan.....	6
2.3 Sistem Monitoring	6
2.4 <i>Internet of Things</i>	7
2.4.1. Konsep <i>Internet of Things</i>	8
2.4.2. Antarmuka IoT (<i>Internet of Things</i>).....	8
2.5 Mikrokontroler	10
2.5.1. <i>Inter – Intergrated Circuit (I2C)</i>	12

2.6 LIDAR	13
2.7 Sensor	14
2.7.1. Cara Kerja Sensor	15
2.8 <i>Light Emitting Diode</i>	16
2.9 Tranduser	17
2.10.Transformator	18
2.11.Teknik Analisa Pengukuran Sensor	18
 BAB III PERANCANGAN	 21
3.1 Diagram Alir Penelitian	21
3.2 Diagram Alir Kerja Sistem	23
3.3 Kebutuhan Komponen Perangkat Keras.....	24
3.4 Kebutuhan Komponen Perangkat Lunak.....	26
3.5 Komponen Instrumen Alat Ukur	26
3.6 Perancangan Perangkat Detektor Ketinggian Air	27
3.7 Perancangan <i>Dashboard Website</i> Thinger.io	30
3.8 Desain Perancangan Sistem <i>Water Level Detector</i>	32
 BAB IV DATA DAN ANALISA	 34
4.1 Hasil Perancangan <i>Water Level Detector</i>	34
4.2 Deskripsi Kerja Alat	34
4.3 Data dan Analisa <i>Platform</i> Thinger.io	35
4.3.1. Data dan Analisa Respon <i>Dashboard</i> Thinger.io Terhadap Pembacaan Sensor.....	37
4.4 Data dan Analisa Perangkat Sensor VL53L1X	38
4.4.1. Mencari Nilai Persentase <i>Error</i>	39
4.4.2. Mencari Nilai Persentase Akurasi Perangkat Deteksi Ketinggian Air .41	
4.5 Data dan Analisa Tampilan Perangkat <i>Box</i> Sistem <i>Water Level Detector</i> Terhadap Pembacaan Sensor	42
4.6 Data dan Analisa Pengujian Lapangan Perangkat <i>Water Level Detector</i>43	
 BAB V PENUTUP	 45

5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Banjir di Kampung Palsigunung	5
Gambar 2-2. <i>Internet of Things</i>	7
Gambar 2-3. Konsep IoT (<i>Internet of Things</i>)	8
Gambar 2-4. Antarmuka IoT Thinger.io.....	9
Gambar 2-5. Struktur Mikrokontroler.....	11
Gambar 2-6. I2C Protocol.....	13
Gambar 2-7. Prinsip Kerja <i>Time of Flight</i> dalam Pembacaan LIDAR	15
Gambar 2-8. LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	16
Gambar 2-9. Buzzer	17
Gambar 2-10. Trafo CT 1A.....	18
Gambar 3-1. Algoritma Alir Penelitian	21
Gambar 3-2. Algoritma Alir Kerja Sistem	23
Gambar 3-3. Blok Diagram Sistem <i>Water Level Detector</i>	24
Gambar 3-4. Blok Koneksi Perangkat <i>Water Level Detector</i> dengan ESP32	27
Gambar 3-5. Alur Algoritma Pemrograman Perangkat Detektor	28
Gambar 3-6. Alur Algoritma Perancangan <i>Device Thinger.io</i>	30
Gambar 3-7. Desain Perangkat <i>Water Level detector</i>	32
Gambar 4-1. <i>Water Level Detector</i> Pada Saluran Irigasi Sungai (a) Box Sistem (b) Sensor (c) Pelampung (d) <i>Water Level Detector</i> yang dipasang pada saluran sungai	34
Gambar 4-2. Tampilan Data Tersimpan Pada Thinger.io	37
Gambar 4-3. Grafik Kesalahan Pengukuran	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter Ketinggian Air Terhadap Pembacaan Sensor	16
Tabel 3.1. Komponen Perangkat Keras.....	25
Tabel 3.2. Instrumen Ukur	27
Tabel 3.3. Koneksi Perangkat Detektor dengan ESP32	27
Tabel 3.4. Konfigurasi <i>Widget</i>	31
Tabel 4.1. Data Pengujian Tampilan <i>Dashboard</i> Thinger.io	36
Tabel 4.2. Data Respon Tampilan Thinger.io Terhadap Pembacaan Sensor	38
Tabel 4.3. Data Pengujian Perangkat Detektor TOF VL53L1X Terhadap Jarak ...	39
Tabel 4.4. Data Persentase <i>Error</i> TOF VL53L1X	40
Tabel 4.5. Data Pengujian Tampilan Perangkat Box Sistem <i>Water Level Detector</i>	42
Tabel 4.6. Data Pengujian <i>Water Level Detector</i> Pada Saluran Irigasi Sungai	43

DAFTAR SINGKATAN

TOF	= <i>Time of Flight</i>
LIDAR	= <i>Light Detection and Ranging</i>
LCD	= <i>Liquid Crystal Display</i>
LED	= <i>Light Emitting Diode</i>
BMKG	= Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika
IT	= <i>Information And Technology</i>
IOT	= <i>Internet of Things</i>
RFID	= <i>Radio Frequency Identification</i>
IC	= <i>Integrated Circuit</i>
CPU	= <i>Central Processing Unit</i>
I/O	= <i>Input/Output</i>
ADC	= <i>Analog Digital Converter</i>
DAC	= <i>Digital Analog Converter</i>
VCSEL	= <i>Vertical Surface Emitting Laser</i>
I2C	= <i>Inter Integrated Circuit</i>
IR	= <i>Infrared</i>
SDA	= <i>Serial Data</i>
SCL	= <i>Serial Clock</i>
VCC	= <i>Voltage at Common Collector</i>
GND	= <i>Ground</i>
RAM/ROM	= <i>Random Access Memory/ Read Only Memory</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Perancangan <i>Water Level Detector</i>	49
Lampiran 2: Pengujian Jarak Sensor TOFVL53L1X Terhadap Sterofoam	50
Lampiran 3: Pengujian Tampilan <i>Water Level Detector</i> Pada Box Sistem	51
Lampiran 4: Pengujian Tampilan Pada Antarmuka Thinger.io	52
Lampiran 5: Pengujian <i>Water Level Detektor</i> Pada Saluran Irigasi Sungai.....	53
Lampiran 6: Tabel Spesifikasi Peragkat Keras	56
Lampiran 7: Program Sistem <i>Water Level Detector</i>	58
Lampiran 8: Surat Kelayakan Sidang Skripsi Pembimbing 1.....	66
Lampiran 9: Surat Kelayakan Sidang Skripsi Pembimbing 2.....	67
Lampiran 10: Turnitin	68
Lampiran 11: Lembar Revisi Penguji 1	69
Lampiran 12: Lembar Revisi Penguji 2	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Insiden meluapnya aliran air sungai pada saluran irigasi terjadi pada aliran sungai dikampung Palsigunung RT 004/RW 003, kecamatan Cimanggis, Depok, Jawa Barat. Meluapnya air sungai tersebut dikarenakan saluran irigasi yang tidak dapat membendung debit air apabila hujan deras yang intens sehingga terjadi kenaikan permukaan air sungai hingga air meluap dan air luapan tersebut memasuki lingkungan rumah. Kerugian materil pun sering dialami warga yang tinggal dekat dengan aliran sungai tersebut.

Perubahan ketinggian air yang tidak dapat diprediksi, memungkinkan warga yang tinggal didaerah aliran tersebut tidak dapat mengetahui volume ketinggian air saat hujan. Kurangnya informasi dan notifikasi ketinggian air di lingkungan tersebut memungkinkan warga tidak dapat melakukan antisipasi dini datangnya banjir. Untuk itu dibutuhkan sebuah sistem detektor ketinggian air yang dapat menentukan ketinggian air secara otomatis serta dapat dipasang pada lokasi rawan meluapnya air sungai dan informasi ketinggian air yang dapat diakses secara fleksibel, dan efisien. Terlelisisaskan sistem tersebut dapat membantu warga setempat yang tinggal di area rawan banjir dapat memudahkan mendapatkan informasi perubahan ketinggian air sewaktu-waktu.

Adapun beberapa penelitian ilmiah terdahulu bahwasanya alat deteksi tinggi air dapat dirancang:

“Sistem Pendekripsi Peringatan Dini Terhadap Banjir Berbasis Mikrokontroler” (Meidianta dkk., t.t.). Peneliti menggunakan mikrokontroler ATmega8535 sebagai *chip* kontrol dan sensor *Ultrasonic* HC-SR04 sebagai pembaca ketinggian air, *buzzer* sebagai alarm dan menggunakan *output display* LCD 2x16 sebagai bacaan dari sensor. Dari penelitian ini untuk menyajikan data ketinggian air belum dapat dimonitoring menggunakan tampilan *interface* IoT serta data yang terbaca oleh perangkat deteksi tidak tersimpan.

“Sistem *Monitoring* dan *Controlling* Pada Pengairan Sawah Menggunakan Pompa *Submersible* Berbasis Arduino Uno” (Abdillah, 2021). Pada penelitian ini peneliti merancang sistem untuk pengairan sawah pada tanaman padi dengan menggunakan beberapa sensor. Salah satunya yang digunakan oleh peneliti untuk mengukur ketinggian air pada tinggi pengairan sawah menggunakan sensor *water level* (K-0135). Dari hasil penelitian, sensor ini memiliki akurasi yang baik 98.15% dan nilai persentase *error* rata-ratanya sebesar 1.85%. Akan tetapi sensor ini memiliki keterbatasan dalam mengukur karena memiliki rentang 0 ~ 4 cm saja.

“Sistem Pemonitor Tinggi Air Bendungan Menggunakan Modul *Wireless*” (Drajat dkk.,2019). Pada penelitian ini, sistem yang dibangun oleh peneliti dapat mendeteksi perubahan ketinggian air pada prototipe pintu air bendungan dengan menggunakan sensor *ultrasonic* tipe JSN-SR04T. Dari hasil penelitian untuk pembacaan sensor tersebut memiliki nilai akurasi 93.6% dan nilai *relative keslahannya* sebesar 6.40%. Sensor ini mampu mengukur hingga rentang 0 ~ 600 cm. Akan tetapi sensor ini memiliki akurasi yang kurang baik saat mendeteksi jangkauan jarak.

Dari hasil studi literatur yang telah dilakukan oleh peneliti, bahwasanya perangkat deteksi ketinggian air belum dapat memberikan informasi dan notifikasi menggunakan antarmuka IoT dan data hasil bacaan sensor belum tersimpan secara otomatis. Perangkat sensor yang digunakan oleh peneliti sebelumnya mendeteksi jangkauan jarak dengan baik, akan tetapi masih diperlukan sensor yang dapat mendeteksi jangkauan jarak dengan akurasi yang lebih baik lagi agar dapat memperoleh informasi ketinggian air dengan lebih akurat lagi.

Untuk itu pada penelitian ini akan dibuat sistem *water level detector* yang dapat menampilkan informasi dan notifikasi secara efisien dan lebih akurat dengan menggunakan 3 komponen utama yaitu *input*, proses dan *output*. Perangkat *input* menggunakan sensor TOF VL53L1X sebagai detektor ketinggian air. Sistem proses menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem *output* pada penelitian ini menggunakan empat keluaran yaitu LCD 16x2 sebagai tampilan data ketinggian air, LED sebagai indikator notifikasi lampu status, Buzzer sebagai notifikasi alarm,

Thinger.io sebagai antarmuka *website* IoT dan penyimpanan data secara otomatis, sehingga dalam penelitian akan dibuat dengan judul “*PERANCANGAN WATER LEVEL DETECTOR PADA SALURAN IRIGASI SUNGAI*”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mendeteksi tinggi permukaan air secara otomatis, serta dapat terintegrasi secara IoT?
2. Apakah penggunaan perangkat deteksi ketinggian air dengan pembacaan sinar *infrared* dapat mendeteksi dengan baik?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan peneliti ini hanya membahas beberapa kajian sehingga dapat di kerucutkan menjadi:

1. Dalam penelitian ini peneliti hanya merancang prototipe *water level detector* yang dapat dimonitoring melalui LCD 16x2 dan *website* Thinger.io serta data akan tersimpan pada *databucket* Thinger.io secara otomatis.
2. Nilai rujukan ketinggian maksimal yang digunakan dalam penelitian ini hanya 140 cm.
3. Tingkat ketinggian level air yang dapat dideteksi hanya 3 level saja yaitu, aman, waspada dan bahaya.
4. Mikrokontroler yang digunakan ESP32.
5. Sensor ketinggian air yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan sensor TOF VL53L1X.
6. Pengujian akurasi sensor digunakan pembacaan objek berupa sterofoam untuk media apung ketinggian air.

1.4 Tujuan

1. Merancang sistem *water level detector* dengan memanfaatkan mikrokontroler serta dapat dimonitor menggunakan antarmuka IoT.
2. Mencari akurasi perangkat deteksi pada sistem *water level detector*.

1.5 Manfaat

1. Dalam penelitian ini, sebagai penerapan ilmu mata kuliah sistem *embedded* yang telah diperoleh selama berkuliah dan mendorong kemampuan mahasiswa dalam mengasah keterampilan pola berfikir kritis dalam memecahkan sebuah permasalahan yang kompleks.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh penulisan skripsi yang sistematis, maka diperlukan sistematika dalam penulisannya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan penelitian, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini berisikan tentang teori-teori penunjang dalam penelitian ini

BAB III PERANCANGAN

Pada bab ini berisikan tentang merancang sistem di penelitian ini.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan hasil yang diharapkan dalam menyelesaikan penelitian ini.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan keseluruhan dari penelitian ini dan saran yang dapat dijadikan acuan penelitian selanjutnya dalam mengembangkan sistem.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Banjir

Banjir adalah peristiwa tergenangnya suatu wilayah akibat meluapnya volume air kali dikarenakan hujan lebat yang terus mengguyur wilayah tersebut dan mengakibatkan dampak yang merugikan bagi yang terkena. Bencana banjir sering terjadi di Indonesia khususnya pada saat musim penghujan. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) musim penghujan sering terjadi pada bulan Oktober hingga Maret. Pada saat memasuki musim penghujan Gambar 2-1, tentunya wilayah-wilayah yang rentan terjadinya banjir harus diperhatikan dan dipantau secara berkala guna mengantisipasi terjadinya banjir yang lebih parah. Banjir mengakibatkan dampak yang dirugikan diantaranya, dapat merusak properti maupun materil, lingkungan jadi kotor akibat lumpur yang terbawa oleh banjir tersebut hingga dapat merenggut korban jiwa.



Gambar 2-1. Banjir di Kampung Palsigunung

(Sumber: Data Penelitian 2023)

Kerusakan yang ditimbulkan oleh banjir dapat menimbulkan korban jiwa, kerusakan bangunan-bangunan yang ada disekitarnya serta kerugian harta benda. Pada saat musim penghujan, banjir dapat terjadi di kawasan pemukiman, persawahan, ladang, jalan, tambak bahkan dapat terjadi di daerah perkotaan, bencana banjir tidak dapat dihindari melainkan dampak yang ditimbulkan oleh banjir dapat diminimalisir dengan penanggulangan terhadap banjir (Rahmaniah).

2.2 Perancangan

Perancangan yang akan dilakukan dalam merancang sistem *water level detector* dengan melakukan pengukuran saluran irigasi sungai sehingga kebutuhan komponen dapat teridentifikasi apa saja yang diperlukan sehingga alat dapat diimplementasikan pada saluran irigasi sungai tersebut. Identifikasi kebutuhan ini menyangkut penggunaan teknologi sensor dalam mendeteksi ketinggian air, papan chip *control* yang dapat memperoses, *output* yang dapat menyajikan data ketinggian air dan memberikan notifikasi darurat, penempatan perangkat sensor, penempatan objek apung, penempatan sistem (chip proses, penyajian data dan notifikasi). Setelah identifikasi terpenuhi dilanjut dengan merancang setiap komponennya dan memprogramnya.

Perancangan teknik adalah langkah pertama dalam fase pengembangan rekayasa produk atau sistem. Perancangan itu adalah proses penerapan berbagai teknik dan prinsip yang bertujuan untuk mendefinisikan sebuah peralatan, satu proses atau satu sistem secara detail yang membolehkan dilakukan realisasi fisik (Nodeak dkk., 2016).

Proses perancangan mencakup analisis kebutuhan, pemodelan konsep, penggambaran rencana, serta pemilihan teknologi dan metode yang sesuai. Hasil dari perancangan adalah dokumen atau rancangan teknis yang dapat digunakan sebagai panduan dalam proses pembuatan atau implementasi. Perancangan memainkan peran kunci dalam memastikan bahwa produk atau sistem yang dihasilkan sesuai dengan tujuan, spesifikasi, dan kebutuhan yang telah ditentukan, serta berfokus pada efisiensi, kualitas, dan keandalan produk atau sistem tersebut.

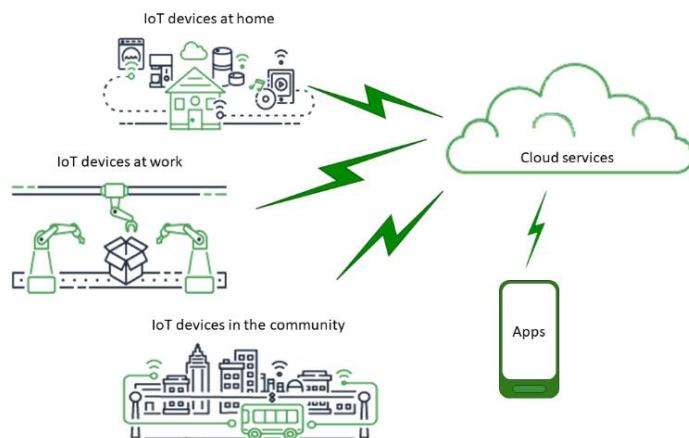
2.3 Sistem Monitoring

Sistem monitoring merupakan sesuatu sistem ataupun rangkaian fitur, fitur lunak, ataupun campuran keduanya yang dirancang guna mengamati, mengukur, merekam, serta mengumpulkan informasi tentang sesuatu entitas ataupun proses tertentu. Sistem monitoring ataupun sistem pengawasan merupakan sesuatu upaya yang sistematik guna menetapkan kinerja standar pada perencanaan untuk merancang sistem umpan balik data (Widiastuti Indriani & Susanto, t.t.).

Sistem ini digunakan sebagai pemantauan yang berkepanjangan ataupun berkala terhadap keadaan, kinerja, ataupun sikap entitas tersebut dengan tujuan untuk mengendalikan, mengatur, ataupun mengambil aksi bersumber pada data yang diberikan oleh sistem tersebut. Proses monitoring pada sistem *water level detector* yang akan dirancang dapat menyimpan data, dapat mengukur ketinggian air yang didapatkan dari hasil bacaan sensor serta dapat mengirimkan sinyal darurat. Sehingga informasi dan notifikasi perubahan ketinggian air pada saluran irigasi sungai dapat diamati dengan baik.

2.4 Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang dapat menghubungkan berbagai macam perangkat ke jaringan internet. Tujuan dari konsep ini memanfaatkan konektifitas internet yang tersambung secara terus menerus ke jaringan lokal dan global.



Gambar 2-2. Internet of Things

(Sumber: <https://aws.amazon.com/id/what-is/iot/.jpg>)

Dari Gambar 2-2, perangkat yang telah dikonfigurasikan ke jaringan internet kemudian mengumpulkan dan merekam suatu objek yang dimana hasil dari pengumpulan dan perekaman oleh perangkat dikirimkan melalui platform IoT dan menyimpannya ke server cloud. “Internet of things merupakan salah satu hasil pemikiran para periset yang mengoptimasi sebagian perlengkapan semacam media sensor, *Radio Frequency Identification* (RFID), *Wireless Sensors Network* dan *Smart Object* lain yang membolehkan manusia gampang berhubungan dengan

seluruh perlengkapan yang tersambung dengan jaringan internet” (Susanto dkk., 2022).

2.4.1 Konsep IoT (*Internet of Things*)

Merujuk pada Gambar 2-3, dalam mengintegrasikan sebuah perangkat ke jaringan internet sangat sederhana dengan mengacu cara kerja pada 3 elemen berikut ini:



Gambar 2-3. Konsep IoT (*Internet of Things*)

(Sumber: <https://www.umn.ac.id/internet-things-iot-dalam-bidang-informatika/>)

1. Perangkat Pintar

Sebuah perangkat yang telah diberikan fasilitas berupa modem koneksi internet oleh pengembang komponen yang mampu mengumpulkan data eksternal dari lingkungan fisik, input pengguna serta pola penggunaan yang dikomunikasian melalui jaringan internet.

2. Jaringan Internet

Sebuah perangkat yang dapat menghubungkan dan mendukung perangkat pintar ke jaringan internet

3. Antarmuka Pengguna Grafis

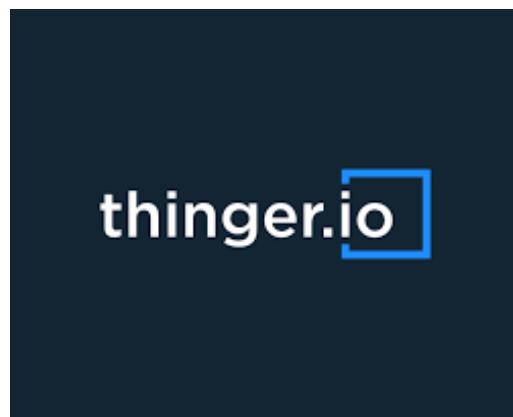
Perangkat lunak yang memiliki fitur komunikasi antara pengguna dengan perangkat pintar, dimana pengguna dapat mengontrol, memonitoring serta menyimpan data ke dalam sebuah *database*

2.4.2 Antarmuka IoT (*Interface Internet of Things*)

Antarmuka *Internet of Things* (IoT) merupakan sesuatu sistem ataupun protokol komunikasi yang membolehkan fitur serta objek yang tersambung dalam

ekosistem IoT guna berinteraksi, berbagi informasi, serta silih berhubungan. Ini mencakup bermacam tata cara serta standar yang membolehkan fitur IoT, semacam sensor, fitur pintar, serta kontroler, buat mengirim serta menerima data dalam area IoT yang tersambung. Antarmuka IoT bisa mencakup protokol komunikasi nirkabel, semacam Wi- Fi, Bluetooth, Zigbee, MQTT, serta protokol jaringan yang lain yang membolehkan fitur IoT tersambung ke internet serta sistem yang lain dalam ekosistem IoT.

Tujuan utama antarmuka IoT yakni guna mengizinkan interoperabilitas serta integrasi yang lembut antara fitur yang bermacam- macam dalam area IoT, sehingga informasi bisa dikumpulkan, dianalisis, serta dijalankan lewat aplikasi ataupun sistem yang relevan. Pada Gambar 2-4, merupakan contoh konkret dari *platform* IoT yang didesain untuk memudahkan proses pengembangan perangkat yang terintegrasi dengan jarigan internet. *Platform* ini menawarkan fitur-fitur yang mendukung penggunaan dalam mengelola perangkat yang terhubung dengan konektifitas internet, mengendalikan data dan membangun aplikasi IoT tanpa harus membuat seluruh infrastruktur dari awal.



Gambar 2-4. Antarmuka IOT Thinger.io

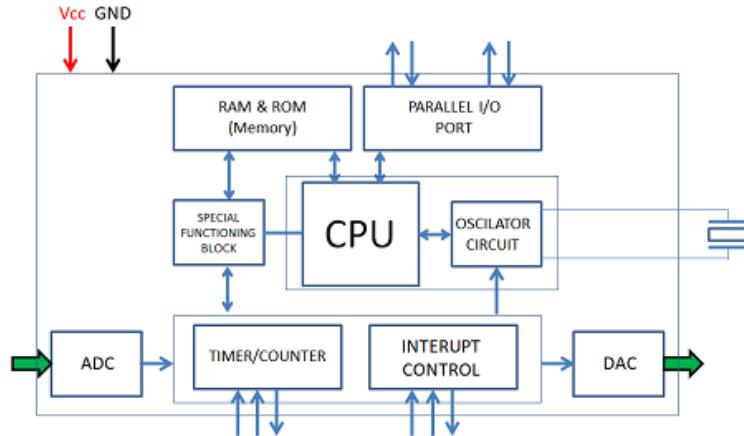
(Sumber: <https://thinger.io/>)

Platform ini memungkinkan penggunaan perangkat keras-agnostik dengan cara yang sangat terukur dan hemat biaya. Sistem agnostik perangkat keras atau komponen agnostik perangkat adalah yang tidak memerlukan adaptasi perangkat keras khusus dan dapat bekerja dengan berbagai jenis sistem tanpa mengalami masalah kompatibilitas (Luis Bustamante dkk., 2019).

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan tipe fitur semikonduktor yang terintegrasi dalam satu chip *Integrated Circuit* (IC) serta dirancang buat mengendalikan sesuatu sistem elektronik tertentu. Mikrokontroler mencampurkan unit pemrosesan pusat *Central Processing Unit* (CPU), memori, fitur masukan serta keluaran I/O (*Input/Output*), dan komponen pendukung yang lain dalam satu paket yang kompak. Mikrokontroler digunakan dalam bermacam aplikasi, tercantum fitur elektronik konsumen, otomatisasi industri, kendaraan, perlengkapan kedokteran, serta banyak lagi. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam suatu Komputer, sebab di dalam suatu mikrokontroler biasanya sudah ada komponen pendukung sistem minimun mikroprosesor, yaitu memori serta antarmuka I/ O, apalagi terdapat sebagian tipe mikrokontroler yang mempunyai sarana ADC, PLL, EEPROM dalam satu kemasan, sebaliknya di dalam mikroprosesor biasanya cuma berisi CPU saja. (Sokop Jendri dkk., 2016)

Pada biasanya, sesuatu fitur ataupun sistem yang memakai mikrokontroler selaku pengolah informasi diujarkan selaku *embedded system* ataupun *dedicated system*. *Embedded system* merupakan sesuatu pengendali yang tertanam pada sistem ataupun fitur, sebaliknya *dedicated system* merupakan pengendali sesuatu sistem yang dimaksudkan cuma buat tugas tertentu. Metode kerja mikrokontroler hendak berjalan cocok dengan program yang diisikan di dalamnya. ROM ialah fitur yang berperan menaruh program- program tertentu guna dijalankan nantinya. Setelah itu, isian program tersebut hendak diinstruksikan oleh mikrokontroler. Bermacam instruksi yang dimaksudkan semacam membaca, menghitung, ataupun mengganti nilai informasi tertentu jadi wujud lain.



Gambar 2-5. Struktur Mikrokontroler

(Sumber: <https://lms.syam-ok.unm.ac.id/enrol/index.php?id=2735>)

Pada Gambar 2-5. Struktur mikrokontroler sebagai berikut:

1. CPU

Pengambilan, penguraian kode, dan eksekusi instruksi, semuanya ditangani oleh CPU. Komponen mikrokontroler semuanya dihubungkan oleh CPU untuk membentuk satu sistem. Tugas utama CPU adalah mengambil dan memecahkan kode instruksi. Ketika instruksi diambil dari memori program, CPU perlu menerjemahkan atau memecahkan kode.

2. *Memory* (Penyimpanan)

Program dan data disimpan dalam memori. Untuk menyimpan kode sumber program, mikrokontroler biasanya berisi sejumlah RAM, ROM (seperti EEPROM, EPROM, dan lainnya), atau memori flash.

3. *Port Input/ Output Paralel*

Port input/output paralel mikrokontroler digunakan untuk menghubungkan atau menggerakkan berbagai perangkat, termasuk printer, LED, LCD, memori, dan perangkat input/output lainnya.

4. Port Serial (*Serial Port*)

Antarmuka serial yang berbeda, termasuk port paralel, dimungkinkan oleh port serial antara mikrokontroler dan periferal eksternal.

5. Pengatur Waktu dan Penghitung (*Timer dan Counter*)

Fungsi Pengatur Waktu dan Penghitung (*Timer and Counter*) menjadi bagian yang sangat penting dalam Mikrokontroler. Timer dan Counter mikrokontroler memberikan berbagai kemampuan pengaturan waktu dan penghitungan. Bagian ini sebagian besar melakukan fungsi jam, modulasi, osilasi, pengukuran frekuensi, pembuatan pulsa, dan sebagainya. Juga dapat menghitung pulsa yang berasal dari sumber eksternal dengan bagian ini.

6. Pengonversi Analog ke Digital (ADC)

Konverter ADC berfungsi mengubah sinyal analog menjadi format digital. Sinyal yang dimasukkan ke konverter ini harus berbentuk analog (contohnya, output dari sensor), namun keluarannya berupa data digital. Data digital yang dihasilkan bisa dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi digital, seperti tampilan digital pada perangkat pengukuran.

7. Pengonversi Digital ke Analog (DAC)

Konverter DAC digunakan untuk mengubah sinyal digital menjadi bentuk sinyal analog

8. Kontrol Interupsi (*Interrupt Control*)

Kontrol interupsi difungsikan untuk mengatur interupsi dalam jalannya program. Interupsi bisa bersifat eksternal (diaktifkan melalui pin interupsi) atau internal (menggunakan instruksi interupsi dalam proses pemrograman).

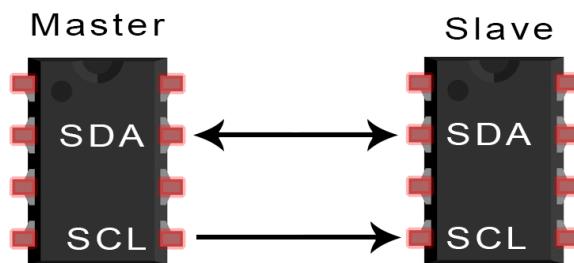
9. Blok Fungsi Khusus (*Special Functioning Block*)

Di beberapa mikrokontroler yang ditujukan untuk aplikasi spesifik seperti sistem robotika, terdapat pengontrol dengan beberapa port tambahan yang dikhkususkan untuk menjalankan operasi-operasi khusus tersebut. Bagian ini sering disebut sebagai blok fungsi khusus

2.5.1. Inter-Integrated Circuit (I2C)

Inter-Integrated Circuit (I2C) merupakan suatu protokol komunikasi yang digunakan dalam sistem elektronik untuk memungkinkan berbagai perangkat seperti sensor, mikrokontroler, dan perangkat lainnya untuk saling berkomunikasi. I2C memungkinkan perangkat-perangkat ini bertukar data dan informasi melalui jalur komunikasi yang terdiri dari dua kabel, yaitu kabel data (SDA - Serial Data)

dan kabel clock (SCL - Serial Clock). I2C merupakan sistem komunikasi dua arah yang menggunakan dua kabel sebagai media transmisinya, dengan I2C dapat memperkecil jalur PCB, serta dapat mempercepat proses pengiriman data sensor antar mikrkontroler (Sulistyo, 2014).



Gambar 2-6. I2C Protocol

(Sumber: <https://www.fikrirp.com/2019/08/memanfaatkan-i2c-untuk-lcd/>)

Protokol I2C menggunakan metode master-slave Gambar 2-6, dimana perangkat master menginisiasi dan mengendalikan komunikasi, sedangkan perangkat slave menanggapi permintaan dari perangkat master. Sinyal clock digunakan oleh perangkat master untuk mengatur kecepatan transfer data antara perangkat-perangkat yang terhubung dalam bus I2C. Kelebihan dari protokol I2C meliputi kemampuan untuk menghubungkan beberapa perangkat dalam satu bus yang sama, penggunaan jalur komunikasi yang minimalis, dan kemampuan untuk menambah atau mengurangi perangkat pada bus tanpa mengganggu operasi perangkat lainnya

2.6 LIDAR

Light Distance and Ranging (LIDAR) adalah salah satu teknologi pendeksi objek menggunakan prinsip pantulan sinar laser untuk mengukur jarak dengan objek yang diukur. Teknologi ini pertama kali digunakan pada tahun 1960 untuk keperluan penerbangan dan mulai populer belakangan ini untuk sistem pemetaan 3D sejak tahun 1980 hingga sekarang. Prinsip kerja LIDAR melakukan pendeksi jarak dengan cara mengeluarkan sinar berupa laser dari *transmitter* ke suatu permukaan objek, kemudian menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan sinar laser terebut kembali ke *receptor*, perhitungan yang dilakukan oleh LIDAR ini dinamakan *Time of Flight* (TOF).

Pendeteksian dasar yang dilakukan oleh perangkat LIDAR dalam perhitungan TOF adalah jarak antara sensor dan permukaan target, yang diperoleh dengan menentukan waktu yang berlalu antara pancaran pulsa laser berdurasi pendek dan datangnya pantulan pulsa tersebut (sinyal balik) di penerima sensor dan mengalikan interval waktu ini dengan kecepatan cahaya akan menghasilkan pengukuran jarak bolak-balik yang ditempuh, dan membagi angka tersebut dengan dua akan menghasilkan jarak antara sensor dan target (A. Lefsky dkk., 2002).

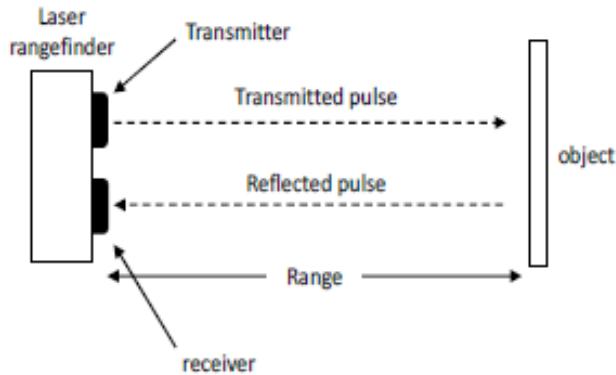
Panjang gelombang laser yang sering digunakan oleh LIDAR untuk memindai objek berkisar antara 1064 nm atau 532 nm (*bathymetric meter*). Kecepatan pemindaian objek dalam sistem LIDAR ini tidak terlepas dari komponen pemindai dan optik yang digunakan oleh LIDAR serta terdapat komponen *photo detector* yang berfungsi untuk membaca dan merekam pulsa laser yang dipantulkan dari objek terukur. Selain itu, terdapatnya komponen navigasi memungkinkan sensor ini dapat digunakan pada objek yang bergerak. Aplikasi LIDAR yang sudah diterapkan pada teknologi saat ini adalah LIDAR yang terdapat pada *drone* dan digunakan sebagai *autonomous vehicle*.

2.7 Sensor

Sensor yang menggunakan pembedahan lidar merupakan sebuah sensor untuk mendeteksi suatu jarak pada objek tertentu dengan memanfaatkan cahaya inframerah *Vertical Surface Emitting Laser* (VCSEL) yang tidak terlihat oleh mata manusia sebagai pembacaan sensor. VCSEL atau disebut laser pemancar permukaan rongga vertikal adalah laser yang dipancarkan tegak lurus ke permukaan atas atau tengah untuk mendeteksi objek disekitarnya.

Prinsip kerja *Time of Flight* (TOF) untuk mengukur jarak antara sensor dengan objek dengan perhitungan didapatkan dari perbedaan pengiriman sinyal dan saat sinyal yang dikirimkan diterima kembali oleh sensor. Sensor laser dalam pengukuran memanfaatkan selisih waktu tempuh sinyal yang dipantulkan dan diterima oleh sensor, kemudian diolah menjadi nilai jarak. Jangkauan sensor ini dapat mendeteksi objek sejauh empat meter dengan komunikasi melalui alamat Inter Integrated Circuit (I2C) 0x29 (Achmad Fauzi dkk., 2022).

2.7.1 Cara Kerja Sensor



Gambar 2-7. Prinsip Kerja *Time of Flight* Dalam Pembacaan LIDAR

(Sumber: <https://journal.trunojoyo.ac.id/triac/article/view/16337>)

Pada Gambar 2-7, proses kerja yang dilakukan oleh sensor dengan menggunakan prinsip TOF yang dapat dijelaskan berikut ini:

1. Sensor menghasilkan pulsa cahaya yang singkat, seperti pulsa laser atau *Infrared* (IR) dengan panjang gelombang yang sesuai. Pulsa cahaya ini kemudian dipancarkan oleh *transmitter* ke objek yang ingin diukur jaraknya.
2. Setelah mencapai objek, pulsa cahaya akan kembali ke sensor setelah direfleksikan mencapai permukaan objek diterima oleh *receiver*, waktu yang diperlukan sensor saat mengirimkan pulsa cahaya dan kembali akibat refleksi pantulan objek adalah ukuran yang diukur oleh sensor.
3. Perbandingan kecepatan cahaya dan waktu diperoleh oleh sensor kemudian sensor mengolah data tersebut dalam bentuk angka yang mewakili jarak antara sensor dan objek. Persamaan jarak berdasarkan *Time of Flight* (TOF) dinyatakan sebagai berikut pada persamaan (1):

$$d = \frac{c \times \Delta t}{2} \quad (1)$$

Keterangan:

d = Jarak (m)

c = Kecepatan Cahaya di udara (3×10^8 m/s)

$$\Delta t = \text{Time of Flight} \text{ (sekon)}$$

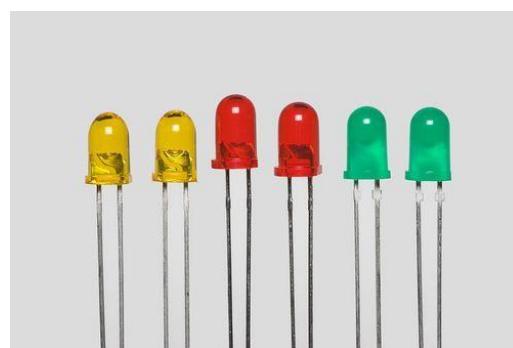
Pada Tabel 2.1. Parameter peringatan dini banjir pada aliran sungai di lokasi kampung Palsigunung.

Tabel 2.1. Parameter Ketinggian Air Terhadap Pembacaan Sensor

No.	Jangkauan	Kategori	Indikator
1	71 ~ 140	Aman	Cahaya Hijau
2	70 ~ 46	Waspada	Cahaya Kuning dan Alarm
3	45 ~ 0	Bahaya	Cahaya Merah dan Alarm

2.8 Light Emitting Diode

LED merupakan komponen elektronika yang mampu mengeluarkan cahaya tunggal saat diberi tegangan maju. Dalam esensinya, LED adalah dioda yang menghasilkan cahaya karena terbuat dari bahan semikonduktor. Pada Gambar 2-8, LED berbentuk seperti bohlam lampu dan dapat menghasilkan cahaya dalam beragam warna. Meskipun menyerupai bohlam kecil, LED tidak memerlukan filamen seperti lampu pijar. LED tidak menghasilkan panas berlebih yang diakibatkan dari pembakaran filamen ketika lampu pijar menghasilkan cahaya. LED berumur pendek karena mudah terbakar dan cepat panas jika dibebankan pada tegangan yang tidak sesuai maka akan cepat panas dan terbakar (Suhardi, 2014).



Gambar 2-8. LED (*Light Emitting Diode*)

(Sumber: <https://tappaablog.blogspot.com/2022/10/pengertian-lampu-led.html>)

LED menghasilkan variasi warna yang berasal dari bahan semikonduktor yang dipakai dalam produksinya. Warna-warna yang dihasilkan, termasuk merah, hijau, biru, dan kuning. Selain itu, LED juga bisa mengeluarkan sinar inframerah yang tidak terlihat oleh mata manusia, seperti yang sering digunakan pada Remote Control TV dan perangkat elektronik lainnya.

2.9 Tranduser

Tranduser adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah suatu bentuk energi menjadi menjadi energi lainnya. Tranduser digunakan dalam berbagai aplikasi untuk mengukur, mendeteksi, atau memonitor berbagai parameter fisik, seperti suara, cahaya, panas, tekanan, atau gerakan, dan mengubahnya menjadi sinyal listrik atau bentuk energi yang dapat diukur dan diproses. Salah satu komponen elektronika yang mengubah dari listrik menjadi getaran bunyi adalah Buzzer.

Buzzer memerlukan tegangan input berupa listrik untuk menghasilkan suara berupa gelombang bunyi yang dapat didengar oleh manusia. Frekuensi getaran bunyi yang dihasilkan oleh Buzzer ini berkisar antara 1 – 5 KHz. Pada umumnya Buzzer menggunakan rangkaian *piezoelectric* Buzzer yang memiliki keunggulan dapat dioperasikan pada tegangan listrik sebesar 6 Volt hingga 12 Volt dengan arus sebesar 25 mA (Mardiati dkk., 2016).



Gambar 2-9. Buzzer

(Sumber: <http://khaibisra112-script.blogspot.com/2017/11/buzzer.html>)

Pada gambar 2-9, Buzzer bekerja ketika kumparan berbentuk diafragma dialiri tegangan listrik sehingga mengakibatkan kumparan menjadi *electromagnet* dan menarik kumparan tersebut ke dalam ataupun keluar tergantung arah arus polaritas magnetnya sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

2.10 Transformator

Trafo adalah perangkat listrik pasif yang digunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik dari satu level tegangan ke level tegangan lainnya. Transformator adalah suatu peralatan listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain". Fungsi utama trafo adalah mentransfer energi listrik dari kumparan satu ke kumparan lainnya dengan mengubah level tegangan dan arus, dengan tetap menjaga keseimbangan daya. Prinsip pengoperasian transformator didasarkan pada hukum elektromagnetisme Faraday, yang menyatakan bahwa perubahan arus pada satu kawat akan menimbulkan medan magnet, dan perubahan medan magnet ini akan menimbulkan tegangan pada kawat lain yang berdekatan (Pasereng Tondok dkk., 2019).



Gambar 2-10. Trafo CT 1A

(Sumber: <https://siddix.blogspot.com/2019/09/perbedaan-antara-trafo-ct-dan-non-ct.html>)

Pada Gambar 2-10, trafo umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem tenaga listrik. Selain itu, trafo juga digunakan pada perangkat elektronik, seperti adaptor daya, untuk mengubah tegangan stopkontak listrik menjadi tegangan yang sesuai untuk perangkat elektronik tertentu. Transformator juga digunakan pada peralatan industri dan peralatan listrik lainnya untuk berbagai keperluan konversi tegangan dan arus.

2.11 Teknik Analisa Pengukuran Sensor

Pengukuran adalah proses atau kegiatan untuk memperoleh data atau informasi numerik tentang suatu objek atau fenomena. Tujuan pengukuran adalah untuk

memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik atau sifat-sifat suatu objek atau fenomena, seperti ukuran, kuantitas, kualitas, atau atribut lainnya. Pengukuran melibatkan penggunaan alat atau instrumen khusus yang dapat menghasilkan data numerik yang terkait dengan parameter yang diukur. Misalnya, pengukuran panjang menggunakan penggaris atau pengukuran suhu menggunakan termometer.

Dalam pengukuran, biasanya terdapat beberapa langkah yang harus diikuti. Melakukan pemilihan *instrument ukur* yang sesuai, melakukan kalibrasi alat pada *instrument ukur*, pengambilan data dan menganalisa hasil ukur alat dengan parameter yang telah ditetapkan. Dalam praktiknya, suatu pengukuran dapat dikatakan teruji apabila memenuhi karakteristik ukur yang sesuai dengan standar. Suatu perangkat yang digunakan sebagai sarana untuk mengukur objek dianggap baik jika memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi (Tabularasa & Unimed, t.t.).

Agar pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan standarnya maka perlunya mengkalibrasi alat deteksi pada sistem dengan alat instrument ukur standar agar sistem memiliki nilai akurasi dan memiliki nilai persentase kesalahan ukur dalam mendeteksi ketinggian air pada sistem monitoring. Berikut karakteristik pengukuran untuk mendapatkan nilai tersebut:

1. Presentase Kesalahan (*Error*)

Kesalahan menggambarkan perbedaan antara nilai pengukuran dengan nilai yang sebenarnya atau nilai referensi. Biasanya, kesalahan dinyatakan sebagai selisih absolut antara nilai pengukuran dan nilai sebenarnya. Untuk mengetahui nilai selisih (nilai penyimpangan) dapat menggunakan persamaan (2) dibawah ini:

$$Selisih = nilai \ instrument \ ukur - nilai \ terbaca \ sensor \quad (2)$$

Setelah nilai penyimpangan dalam pengujian didapat, maka selanjutnya mencari nilai simpangan baku, persentase kesalahan setiap pegujian dan persentase rata-rata kesalahan, untuk mencari nilai tersebut dapat menggunakan persamaan (3), (4) dan (5) berikut:

$$S = \sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

Dimana:

S = Simpangan baku

x_i = nilai data x ke i

\bar{x} = nilai data rata- rata

n = banyaknya data pengukuran

$$Error(\%) = \left[\frac{Nilai\ Ukur\ Instrumen - Nilai\ Terukur\ Sensor}{Nilai\ insrumen\ ukur} \right] \times 100\% \quad (4)$$

$$Rata - rata\ Error(\%) = \frac{\sum \%Error}{Banyaknya\ pengujian} \quad (5)$$

2. Presentase Akurasi (*Accuration*)

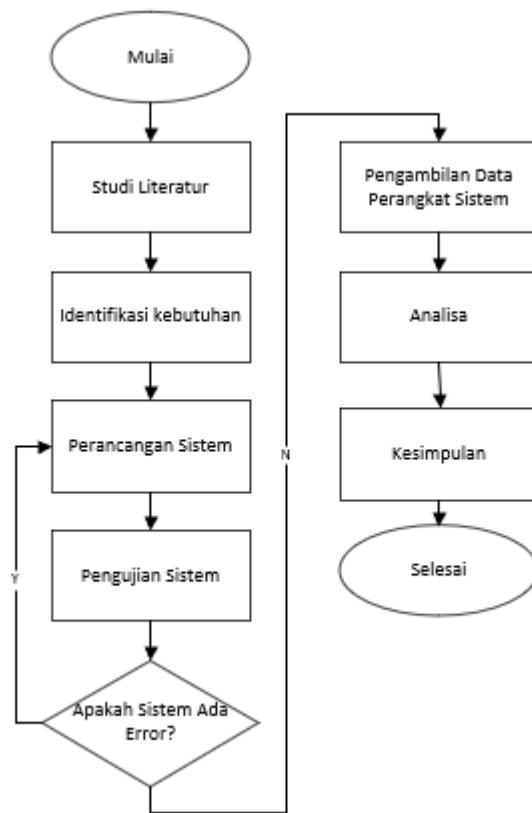
Tujuan pengukuran ini untuk mengetahui seberapa dekat hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya dapat menggunakan persamaan (6) berikut:

$$Akurasi = 100\% - \sum \%Error \quad (6)$$

BAB III PERANCANGAN

Dalam bab perancangan ini akan dijelaskan tahapan perancangan *water level detector* pada saluran irigasi sungai. Untuk dapat merealisasikan perancangan ini agar menjadi sebuah desain sistem yang teruji digunakanlah metode *engineering design* (perancangan teknik). Perancangan teknik melibatkan penerapan berbagai metode dan prinsip ilmiah untuk mengembangkan dan menganalisis fitur fungsional dasar dari sistem, perangkat, dan lain-lain. Perancangan teknik merupakan proses merancang sistem, komponen, atau proses untuk memenuhi kebutuhan yang diinginkan.

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3-1 Algoritma Alir Penelitian

Berikut penjelasan diagram alir penelitian pada Gambar 3-1 berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh referensi-referensi penelitian terkait yang relevan dari sumber-sumber artikel karya ilmiah terdahulu maupun sumber buku yang digunakan sebagai acuan peneliti untuk mengumpulkan data-data yang mendukung dalam mengembangkan sistem dan mencari solusi dari permasalahan pada penelitian ini.

2. Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan dilakukan untuk memperoleh alat dan bahan yang dibutuhkan dalam menunjang penelitian ini.

3. Perancangan Sistem

Setelah terkumpulnya bahan dan alat untuk menunjang penelitian ini, dilakukannya perancangan setiap blok sistem. Dimulai dari merancang hardware (perangkat keras) sistem dan kemudian dilakukan perancangan *software* (perangkat lunak) sistem.

4. Pengujian Sistem

Pada tahap ini, setelah perangkat *hardware* dan *software* dirancang menjadi satu kesatuan blok sistem yang utuh, selanjutnya sistem akan di uji apakah sistem yang telah dirancang sesuai dengan rancangan peneliti. Jika sistem masih terjadi *error* maka akan dilakukan perbaikan sistem dan mengujinya kembali hingga sistem sesuai dengan rancangan kebutuhan peneliti.

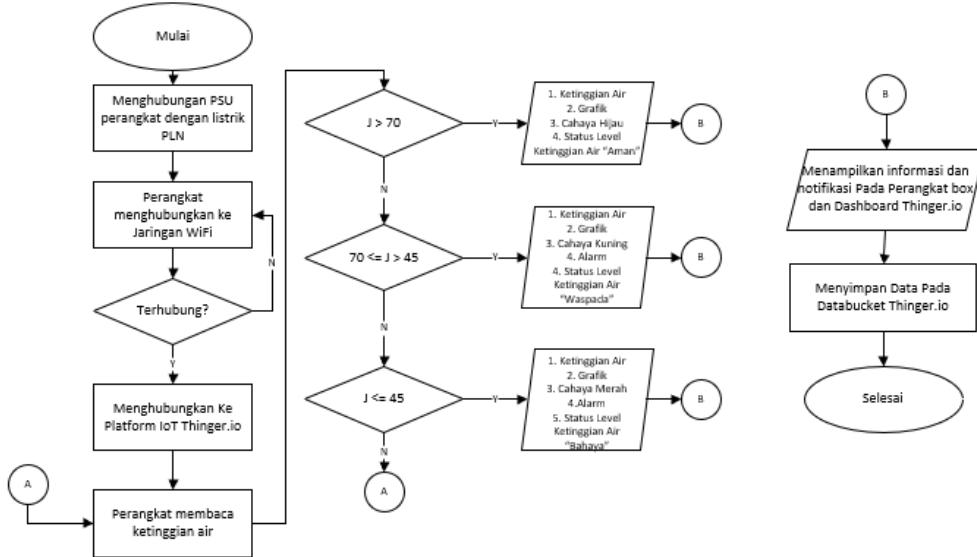
5. Pengambilan Data

Tahap ini peneliti melakukan pengambilan data-data dari pengujian setiap blok sistem yang telah dirancang dan pengujian dilapangan guna mendapatkan data-data yang dibutuhkan selama penelitian berlangsung.

6. Analisa dan Kesimpulan

Pada tahap ini setelah dilakukannya pengambilan data pada tahap-tahap pengujian perangkat sistem, maka peneliti menganalisa setiap pengujian yang telah dilakukannya sehingga menghasilkan sebuah kesimpulan akhir dalam penelitian ini.

3.2 Diagram Alir Kerja Sistem



Gambar 3-2 Algoritma Alir Kerja Sistem

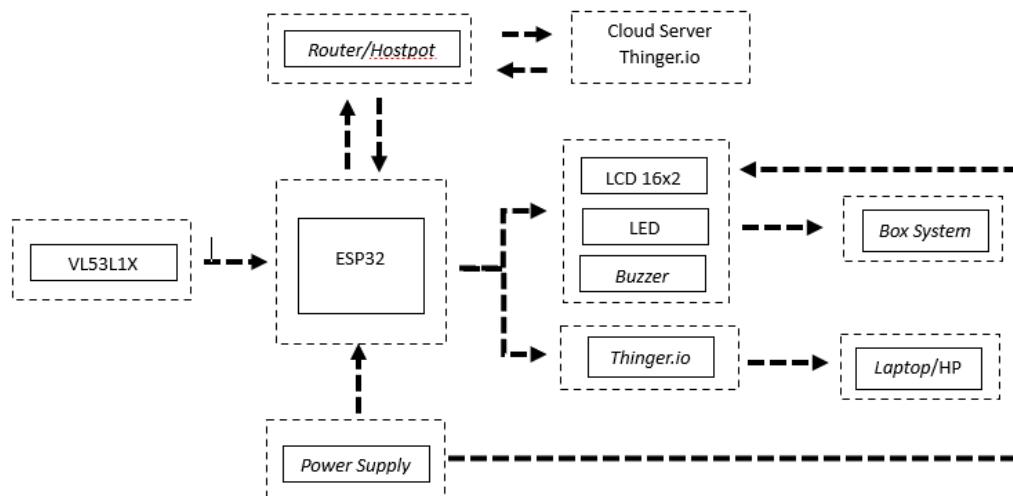
Pada Gambar 3-2 diagram alir kerja sistem dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Menghubungkan *power supply water level detector* dengan tegangan listrik 220 Volt AC.
2. Setelah papan board ESP32 terhubung dengan sumber tegangan *power supply*, perangkat akan mulai menghubungkan ke koneksi WiFi yang telah dikonfigurasi pada papan ESP32 dan ditandai dengan ditampilkan informasi berupa indikator LED berwarna biru berkedip. Apabila indikator LED tersebut terus berkedip, papan ESP32 akan mulai otomatis me-restart ulang hingga perangkat terhubung dengan jaringan WiFi dan indikator LED dalam keadaan mati jika sudah terhubung ke jaringan WiFi.
3. Setelah terkoneksi dengan jaringan WiFi, perangkat otomatis terhubung ke website Thinger.io dan indikator satatus terhubung pada *platform* tersebut ditandai dengan *online* yang telah disediakan oleh *platform* tersebut.
4. Setelah terhubung dengan Thinger.io, perangkat membaca ketinggian air berdasarkan nilai parameter Gambar 3-2 yang telah dibuat oleh peneliti. Setiap jarak yang terdeteksi pada setiap parameter, parameter tersebut akan

mengeluarkan output berupa data ketinggian air, grafik, indikator cahaya, alarm dan informasi status level ketinggian air mulai dari aman, waspada dan bahaya.

- Kemudian data akan ditampilkan pada box perangkat deteksi dan *dashboard website* Thinger.io.
 - Setelah data ditampilkan melalui *dashboard website* Thinger.io, data akan disimpan memalui *databucket* Thinger.io.

Untuk merancang sebuah sistem *water level detector* pada saluran irigasi sungai diperlukan sebuah gambaran blok sistem pada Gambar 3-3. Untuk masukan sistem yang digunakan *power supply*, sensor VL53L1X. Proses sistem menggunakan *board* ESP32 yang sudah terintegrasi dengan konektifitas WiFi. Perangkat jaringan diperlukan untuk mendukung komunikasi ke jaringan internet. Keluaran sistem menggunakan Thinger.io, LED, Buzzer, dan LCD 16x2. Untuk menampilkan data dari Thinger.io digunakan perangkat laptop atau *handphone* sebagai media monitoring ketinggian level air. Komponen indikator informasi status level cahaya dan alarm ditampilkan pada *box* sistem perangkat *water level detector*.



Gambar 3-3 Blok Diagram Sistem *Water Level Detector*

3.3 Kebutuhan Komponen Perangkat Keras

Dalam merancang perangkat sistem *water level detector* pada saluran irigasi sungai diperlukan beberapa komponen perangkat keras untuk menunjang dalam menyelesaikan penelitian ini. Sensor dengan menggunakan *ultrasonic* ini tidak

bekerja pada permukaan yang kasar dan lunak karena menghasilkan sinyal *echo* yang lemah yang dapat mengurangi jarak operasi dari sebuah sensor *ultrasonic* dan mengurangi akurasinya (Andayani, 2016). Penggunaan komponen deteksi dengan model TOF VL53L1X dikarenakan sensor ini mendeteksi dengan sinar laser sehingga memungkinkan mendeteksi sebuah objek dengan akurat. Penggunaan mikrokontroler ESP32 karena mikrokontroler ini sudah terintegrasi dengan chip internet sehingga sistem yang akan dirancang tidak membutuhkan tambahan komponen lain dalam menjangkau jaringan internet. Komponen perangkat keras yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3-1 sebagai berikut:

Tabel 3.1. Komponen Perangkat Keras

No	Nama Komponen	Fungsi
1.	VL53L1X	Sebagai komponen deteksi ketinggian level air pada saluran irigasi kali
2.	ESP 32	Sebagai komponen pengendali sistem dalam memprogram dan menjalankan perangkat.
3.	LED	Sebagai indikator cahaya kondisi ketinggian air pada batas-batas tertentu dan indikator koneksi jaringan.
4.	Buzzer	Sebagai indikator alarm informasi ketinggian air.
5.	Kabel Jumper	menghubungkan komponen antar komponen.
6.	Trafo 1A	Digunakan sebagai power supply perangkat
7.	IC Regulator 7805	Digunakan sebagai penurun tegangan power supply
9.	Heatsink	Digunakan sebagai pembuang panas pada IC Regulator
7.	Tutup Pipa WD 3”	Digunakan untuk media penempatan tempat sensor untuk deteksi ketinggian level air.
8.	Sterofoam	Sebagai media apung untuk objek deteksi ketinggian air.
9.	LCD 16x2	Sebagai media untuk menampilkan informasi data ketinggian air

9.	Kaca Akrilik A5	Sebagai media untuk penempatan perangkat operasi sistem
10.	Pipa WD 3”	Sebagai media untuk ditempatkan pada aliran irigasi kali

3.4 Kebutuhan Komponen Perangkat Lunak

Penggunaan perangkat lunak digunakan dalam penelitian ini untuk menunjang penelitian dengan terbantunya perangkat lunak ini peneliti dapat mendesain diagram alir maupun blok diagram perangkat, memprogram perangkat, menganalisa perangkat, membuat skematik rangkain, dan memonitoring perangkat. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Microsoft Visio

Penggunaan *Microsoft visio* untuk membuat diagram alir kerja sistem, blok sistem, desain sistem secara keseluruhan, algoritma perancangan perangkat deteksi dan algoritma perancangan perangkat monitoring.

2. Arduino IDE

Penggunaan Arduino IDE untuk membantu peneliti dalam memprogram perangkat sistem secara keseluruhan dengan menggunakan bahasa pemrograman C.

3. Thinger.io

Penggunaan *Thinger.io* ini sebagai virtual monitoring ketinggian air dan penyimpanan *realtime* serta dapat menampilkan lampu indikator secara virtual sesuai dengan kondisi parameter. *Thinger.io* hanya dapat diakses menggunakan jaringan WiFi atau *hostpot*.

3.5 Komponen Instrumen Alat Ukur

Komponen instrumen ukur dalam penelitian ini digunakan sebagai skala pembanding dari kinerja sistem yang telah dirancang oleh peneliti. Berikut beberapa instrumen ukur yang digunakan dalam penelitian ini yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

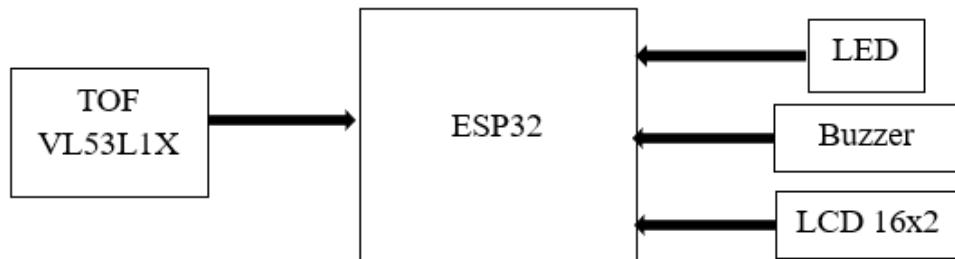
Tabel 3.2. Instrumen Ukur

No	Nama	Fungsi
----	------	--------

Alat Ukur		
1.	Meteran Ukur	Sebagai skala pembanding dalam pengukuran perangkat deteksi
2.	Stopwatch	Sebagai pengukur respon waktu perangkat sistem

3.6 Perancangan Perangkat Detektor Ketinggian Air

Tahapan dalam merancang komponen sebagai perangkat detektor ketinggian level air ini dimulai dengan merangkai komponen VL53L1X, LED, Buzzer dan LCD 16x2 dengan papan ESP32 dan dilanjutkan dengan memprogram komponen pada *software* Arduino menggunakan bahasa pemrograman C. Untuk skema rangkaian perangkat deteksi ketinggian air dapat dilihat pada blok Gambar 3-4 berikut:



Gambar 3-4 Blok Koneksi Perangkat *Water Level Detector* dengan ESP32

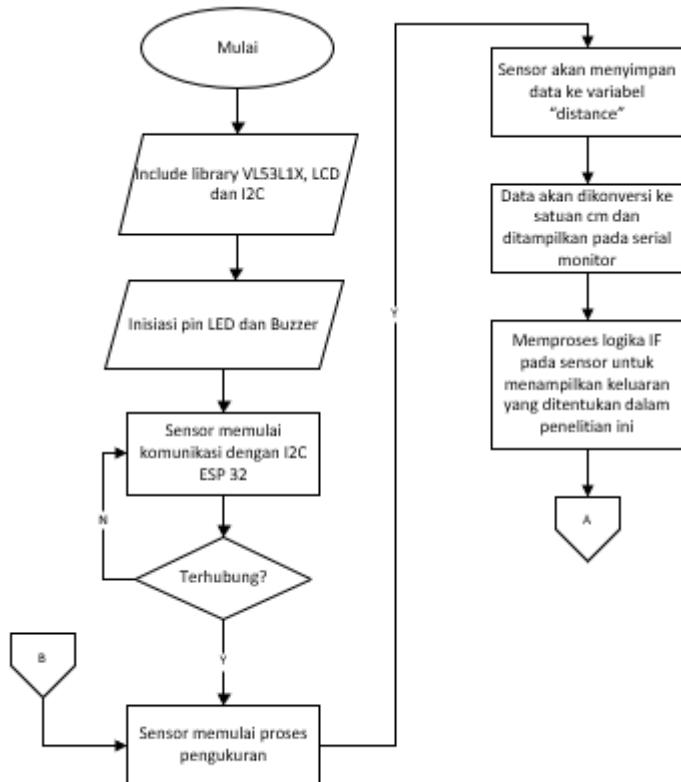
Untuk memudahkan pengkoneksian perangkat detektor ketinggian air dengan mikrokontroler, berikut dapat dilihat pada Tabel 3.3.

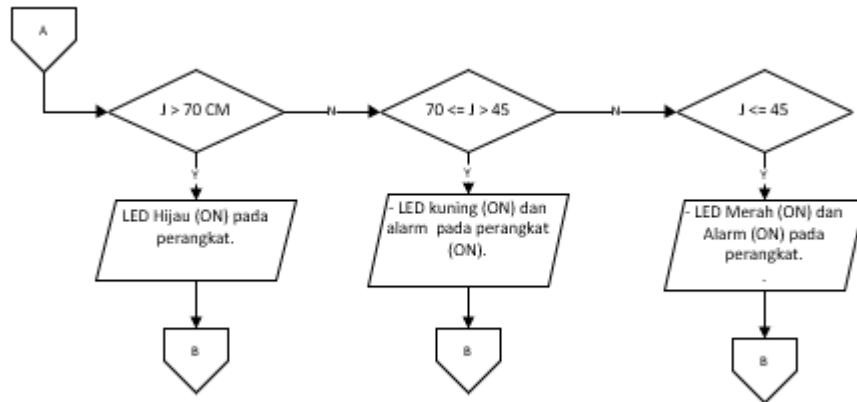
Tabel 3.3. Koneksi Perangkat Detektor dengan ESP32

Komponen	ESP32 DEVKIT V1
VCC	3.3/ 5V
GROUND	GND
SCL	GPIO 22
SDA	GPIO 21

VCC LED (Merah)	GPIO 18
VCC LED (Kuning)	GPIO 19
VCC LED (Hijau)	GPIO 13
VCC LED (Biru)	GPIO 14
Buzzer	GPIO 4

Setelah melakukan *wiring* perangkat detektor, tahap selanjutnya memprogram perangkat deteksi ke ESP32, pemrograman perangkat dapat dijelaskan pada Gambar 3-5 berikut:





Gambar 3-5 Alur Algoritma Pemrograman Perangkat Detektor

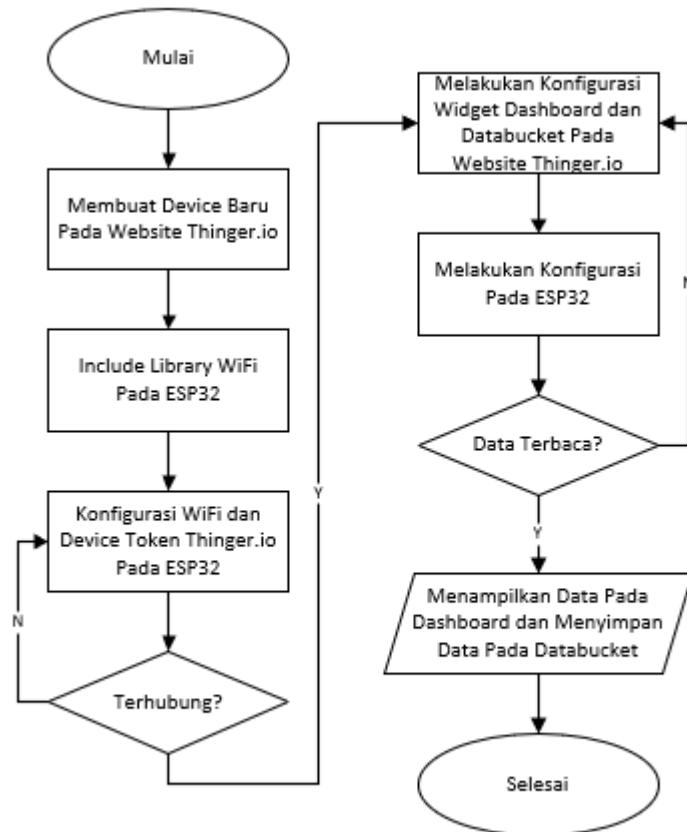
Pada Gambar 3-5 alur algoritma pemrograman dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Menghubungkan *board* ESP32 ke PC menggunakan *micro USB* dan membuka aplikasi *software* Arduino IDE.
2. Melakukan pemanggilan *library* komunikasi I2C untuk komunikasi antara ESP32 dengan perangkat eksternal serta melakukan pemanggilan *library* Adafruit_VL53L1X untuk berkomunikasi dengan sensor dan *library* LiquidCrystal_I2C untuk berkomunikasi dengan LCD 16x2.
3. Melakukan pengenalan pin komponen LED dan Buzzer pada mikokontroler ESP 32
4. Setelah melakukan pengenalan pin, sensor akan memulai komunikasi I2C dan jika tidak terhubung maka program akan otomatis memulai ulang komunikasi I2C. Jika sensor terhubung ke komunikasi I2C maka sensor akan memulai pengukuran dengan mengirimkan sinyal berupa paket cahaya.
5. Saat sensor memulai proses pengukuran jarak pada objek, sensor akan menyimpan data dalam bentuk integer 16-bit dan setelah itu jarak dikonversi ke nilai satuan sentimeter dengan membagi 0.1, karena sensor mengukur data jarak dalam satuan milimeter. Setelah data dikonversi, kemudian akan ditampilkan pada serial monitor komputer.

6. Setelah sensor mendeteksi objek, maka program akan mengeksekusi perintah logika *if else* untuk memberikan sinyal pada komponen LED dan Buzzer pada batas-batas parameter yang telah diprogram.

3.7 Perancangan *Dashboard Website Thinger.io*

Perangkat untuk monitoring serta menyimpan data ini menggunakan platform IoT Thinger.io. Thinger.io akan menampilkan data ketinggian level air melalui *dashboard* dan menyimpannya pada *databucket*. Berikut tahapan algoritma dalam merancang komponen perangkat lunak:



Gambar 3-6 Alur Algoritma Perancangan *Device Thinger.io*

Pada Gambar 3-6, algoritma alir perancangan device monitoring dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap pertama membuat *device* baru pada platform IoT Thinger.io. *Device* ini digunakan sebagai indikasi token yang menghubungkan antara Thinger.io dengan ESP32 *board* yang dapat dilihat pada
2. Kedua, *Include library* pada ESP32 dengan nama *library* <WiFi.h> dan masukkan SSID dan password dengan router terdekat atau melalui hostpot agar papan ESP32 dapat terkoneksi dengan internet. Selanjutnya menginputkan nama pengguna, id *device* dan id *credential* pada program ESP32. program akan memulai menghubungkan ke *router* dengan kode program WiFi.mode (WIFI_STA) dan menghubungkan SSID dan *password* yang telah di inputkan sebelumnya. Kemudian melakukan pengecekan apakah sudah terhubung ke jaringan internet, jika belum terhubung maka melakukan konfigurasi ulang.
3. Ketiga, melakukan konfigurasi *widget* pada *dashboard* Thinger.io untuk monitoring serta konfigurasi *databucket* sebagai penyimpanan data. Pada Penjelasan *widget* pada dijelaskan pada Tabel 3.4.

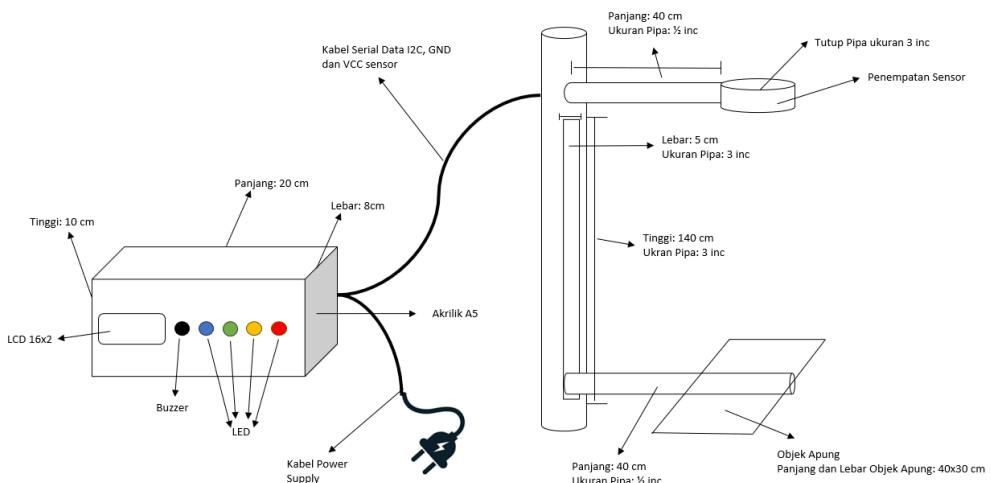
Tabel 3.4. Konfigurasi Widget

Widget	Fungsi
Donut Chart	Indikasi tingkat ketinggian level air yang ditampilkan dalam data numerik
Indikator Virtual LED (Merah)	Indikasi sinyal status “BAHAYA”
Indikator Virtual LED (Kuning)	Indikasi sinyal status “WASPADA”
Indikator Virtual LED (Hijau)	Indikasi sinyal status “AMAN”
Indikator Virtual LED (Buzzer)	Indikasi alarm jika telah mencapai batas “WASPADA” dan “BAHAYA”
<i>Time Series Chart</i>	Grafik yang akan ditampilkan sesuai dengan ketinggian level air

<i>Text/Value</i>	Indikasi pesan yang akan tampil saat ketinggian level air pada batas-batas yang telah diprogram
-------------------	---

4. Setelah melakukan konfigurasi pada *dashboard* Thinger.io. Selanjutnya membuat databucket Thinger.io untuk menyimpan data ketinggian level air Setelah melakukan konfigurasi dashboard dan membuat keranjang data
5. Setelah melakukan konfigurasi pada *dashboard* Thinger.io. Selanjutnya melakukan konfigurasi widget yang telah dibuat pada program ESP32 dengan membuat variabel penampung Untuk mengirimkan data dari ESP32 ke server Thinger.io, agar Thinger.io dapat menampilkan data pada *dashboard* dan menyimpan data pada *databucket*. Serta penggunaan kode program *thing.handle()*; digunakan agar thinger.io dapat berkomunikasi secara terus-menerus untuk menampilkan data dari ESP32. Apabila tidak dapat menampilkan data pada dashboard Thinger.io, maka konfigurasi widget ulang pada *dashboard* Thinger.io
6. Program menampilkan data ketinggian air pada dashboard Thinger.io dan menyimpan pada *databucket*.

3.8 Desain Perancangan Sistem *Water Level Detector*



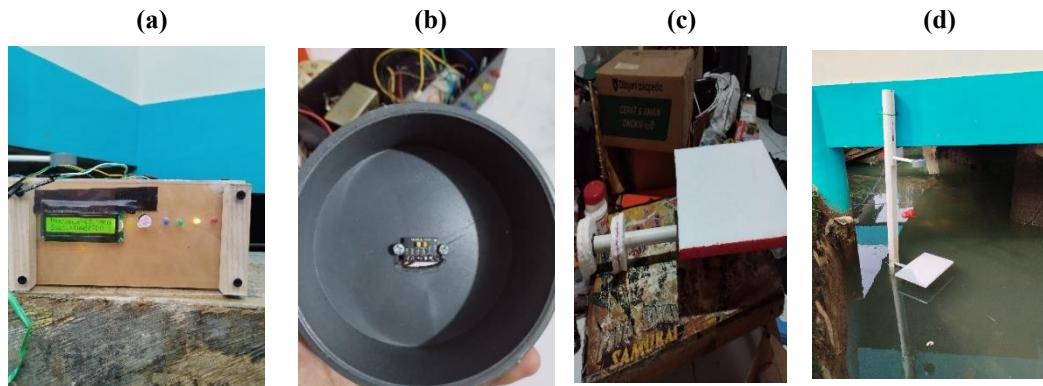
Gambar 3-7 Desain Perangkat *Water Level Detector*

Pada gambar 3-7, merupakan gambaran perangkat yang akan dirancang yang dimana terdapat *box* sistem sebagai penempatan komponen sistem utama seperti transformator, mikrokontroler ESP32, LCD 16x2, Buzzer dan LED. Selain itu penempatan sensor berada didalam tutup pipa serta objek apung ketinggian air menggunakan sterofoam berwarna puutih.

BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1 Hasil Perancangan *Water Level Detector*



Gambar 4-1. *Water Level Detector* Pada Saluran Irigasi Sungai (a) Box sistem (b) Sensor (c) Pelampung (d) *Water Level Detector* yang dipasang pada saluran sungai

Pada Gambar 4-1. Perangkat *water level detector* pada saluran sungai telah dirancang. Gambar (a) adalah *box* sistem yang digunakan untuk menaruh komponen-komponen, seperti mikrokontroler, *power supply*, LED, buzzer, LCD 16x2 untuk mendukung sistem detektor dalam mendeteksi ketinggian air. Gambar (b) komponen alat detektor menggunakan sensor TOF VL53L1X. Gambar (c) pelampung yang terbuat dari sterofoam sebagai objek deteksi ketinggian air. Gambar (d) penempatan komponen sistem pada saluran sungai.

4.2 Deskripsi Kerja Alat

Perangkat detektor ketinggian level air pada saluran irigasi sungai ini ditempatkan pada pipa pvc dengan dilekatkan pada objek rawan banjir dan sistem ini bekerja dengan cara, *power supply* perangkat mula-mula dihubungkan dengan listri PLN 220 Volt AC dengan ditandai indikator LED biru pada *box* sistem kedap-kedip. Indikator LED biru kedip-kedip tersebut menandakan sistem mencoba menghubungkan ke perangkat jaringan internet. Setelah sistem mendapatkan koneksi jaringan internet, LED biru tersebut akan mati, serta otomatis perangkat detektor akan terhubung ke *server platform website* Thinger.io dan sensor

VL53L1X memulai pembacaan objek pada sterofoam berwarna putih dengan permukaan datar yang dipasang pada tinggi permukaan air sungai. Setelah sensor membaca objek jarak sterofoam, box sistem akan menampilkan data ketinggian air dan status teks bahaya, waspada dan aman pada saluran irigasi sungai melalui LCD 16x2, setiap data ketinggian yang terukur oleh sensor perangkat akan menampilkan indikator warna sinyal ketinggian level air menggunakan LED. Jika ketinggian air mencapai level waspada dan bahaya *box* sistem akan membunyikan alarm.

Selain menampilkan notifikasi dan informasi melalaui box sistem, *water level detector* juga menampilkan informasi dan notifikasi ketinggian level air sungai yang dikirimkan oleh ESP32 ke *platform* Thinger.io. Thinger.io sebagai perangkat monitoring jarak jauh *water level detector*. Tampilan pada dashboard Thinger.io berupa data ketinggian air, grafik ketinggian air, teks status kondisi aman, waspada, bahaya dan virtual LED. Data yang dikirimkan ke *platform* Thinger.io akan tersimpan otomatis setiap 1 menit pada *databucket* Thinger.io. Jika Perangkat sistem terputus dengan jaringan internet *box* sistem akan merespon dengan tampilan indikator LED biru menyala.

4.3 Data dan Analisa *Platform* Thinger.io

Dari hasil algoritma pada Gambar 3-6. Sistem dapat menampilkan data pada *dashboard* dan menyimpan data di *website* Thinger.io.

1. *Dashboard Monitoring* Thinger.io

Pada pengujian *dashboard website* Thinger.io ini, pengujian dilakukan untuk mengecek tampilan *website* sebelum diimplementasikan pada pengukuran ketinggian air pada saluran irigasi sungai. Dalam pengujian ini dilakukan pengujian sebanyak 28 data dengan masing-masing 5 kali percobaan untttuk setiap datanya, yang dimana untuk mendapatkan data tampilan pada *donut chart*, virtual indikator LED, virtual Buzzer dan status teks (aman, waspada dan bahaya) pada Thinger.io digunakanlah objek sterofoam sebagai media eksperimen pengganti air dengan pengukuran jarak dari 5 ~ 140 cm. Sehingga data tampilan pada website Thinger.io dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Pengujian Tampilan Dashboard Thinger.io

No.	Jarak Aktual (CM)	Pengulangan Ke-					Virtual Indikator LED	Virtual Indikator Buzzer	Status
		1.	2.	3.	4.	5.			
1.	5.0	2.5	2.3	2.7	2.6	2.4	Merah	Hijau	Bahaya
2.	10.0	9.4	9.6	9.6	9.3	9.4	Merah	Hijau	Bahaya
3.	15.0	14.6	14.7	15.0	14.4	14.9	Merah	Hijau	Bahaya
4.	20.0	20.8	20.4	20.7	20.5	20.6	Merah	Hijau	Bahaya
5.	25.0	24.9	25.0	24.7	24.4	24.7	Merah	Hijau	Bahaya
6.	30.0	29.7	30.0	29.8	30.2	29.8	Merah	Hijau	Bahaya
7.	35.0	34.8	35.0	35.1	34.8	34.9	Merah	Hijau	Bahaya
8.	40.0	40.2	40.3	40.7	40.1	40.4	Merah	Hijau	Bahaya
9.	45.0	45.4	45.8	45.7	45.4	45.5	Merah	Hijau	Bahaya
10.	50.0	50.3	49.9	50.0	49.7	50.0	Kuning	Hijau	Waspada
11.	55.0	54.6	54.8	54.8	54.6	54.4	Kuning	Hijau	Waspada
12.	60.0	59.5	59.4	59.9	60.0	59.9	Kuning	Hijau	Waspada
13.	65.0	64.7	64.9	65.1	65.0	64.8	Kuning	Hijau	Waspada
14.	70.0	70.1	69.8	69.9	70.0	69.3	Kuning	Hijau	Waspada
15.	75.0	74.6	74.8	74.9	74.5	74.8	Hijau	Putih	Aman
16.	80.0	79.7	80.2	79.9	79.8	79.7	Hijau	Putih	Aman
17.	85.0	84.9	84.7	84.9	85.0	85.1	Hijau	Putih	Aman
18.	90.0	89.8	89.7	90.0	89.8	90.0	Hijau	Putih	Aman
19.	95.0	94.8	94.5	94.9	95.0	94.7	Hijau	Putih	Aman
20.	100.0	99.6	100.0	99.9	99.7	100.1	Hijau	Putih	Aman
21.	105.0	104.8	105.2	105.0	104.8	104.7	Hijau	Putih	Aman
22.	110.0	110.0	109.9	110.3	110.2	110.4	Hijau	Putih	Aman
23.	115.0	114.8	115.4	115.1	115.6	115.1	Hijau	Putih	Aman
24.	120.0	119.6	120.1	119.7	120.0	120.3	Hijau	Putih	Aman
25.	125.0	124.9	125.3	1254	124.9	125.1	Hijau	Putih	Aman
26.	130.0	130.8	130.4	1305	130.5	130.7	Hijau	Putih	Aman
27.	135.0	135.3	135.4	135.6	135.2	135.4	Hijau	Putih	Aman
28.	140.0	140.0	140.4	140.1	139.7	139.9	Hijau	Putih	Aman

Pada Tabel 4.1. Tampilan pada *dashboard website* Thinger.io, dari hasil pengujian sebanyak 5 kali pengulangan terhadap jarak objek yang terukur bahwa sistem dapat menampilkan data sesuai dengan rancangan peneliti. Pada indikator virtual buzzer merupakan virtual tampilan LED yang menampilkan tanda bahwasanya alarm yang terdapat pada perangkat sistem dalam kondisi hidup (hijau) dan mati (putih).

2. Databucket Website Thinger.io

Berikut ini adalah *screenshot* dari *databucket website* Thinger.io yang dimana menyimpan dengan keterangan tanggal, waktu, ketinggian air dan status kondisi (aman, waspada, bahaya).

12/4/2023, 3:30:05 PM	61.5	WASPADA
12/4/2023, 3:28:15 PM	62.29999923706055	WASPADA
12/4/2023, 3:26:25 PM	62.5	WASPADA
12/4/2023, 3:24:36 PM	61.29999923706055	WASPADA
12/4/2023, 3:22:48 PM	59.79999923706055	WASPADA
12/4/2023, 3:20:53 PM	62.70000076293945	WASPADA
12/4/2023, 3:19:04 PM	62.29999923706055	WASPADA
12/4/2023, 3:17:16 PM	59.599998474121094	WASPADA
12/4/2023, 3:15:25 PM	61.599998474121094	WASPADA
12/4/2023, 3:13:36 PM	61.400001525878906	WASPADA
12/4/2023, 3:11:48 PM	58.29999923706055	WASPADA
12/4/2023, 3:09:58 PM	59.400001525878906	WASPADA
12/4/2023, 3:08:09 PM	66.5	WASPADA
12/4/2023, 3:06:20 PM	67.80000305175781	WASPADA
12/4/2023, 3:04:30 PM	68.5	WASPADA

Gambar 4-2. Tampilan Data Tersimpan Pada Thinger.io

Pada Gambar 4-2. Tampilan data ketinggian air hasil pengukuran yang dilakukan oleh perangkat *water level detector* saat pengujian di saluran irigasi sungai yang tersimpan di *website* Thinger.io saat pengujian perangkat selama 30 menit di aliran sungai dengan waktu penyimpan data setiap 1 menit. Gambar 4-2 menunjukkan data tersimpan pada Thinger.io tidak setiap menit tersimpan melainkan selisih 1 menit data akan tersimpan otomatis pada keranjang data.

4.3.1 Data dan Analisa Respon *Dashboard* Thinger.io Terhadap Pembacaan Sensor

Pengujian ini untuk mengetahui respon (*second*) *website* Thinger.io saat sensor membaca jarak dari jarak 10~140 cm dengan objek ukur menggunakan sterofoam saat perangkat dihidupkan pertama kali berapa lama *website* Thinger.io merespon hingga menampilkan informasi data ketinggian air. Pengujian ini dilakukan sebanyak 14 data dengan masing-masing percobaan untuk setiap datanya adalah 5 kali percobaan dengan menggunakan *stopwatch* sebagai pengukur waktunya.

Tabel 4.2. Data Respon Tampilan Thinger.io Terhadap Pembacaan Sensor

No.	Nilai Aktual (CM)	Percobaan Ke-					Rata-Rata Waktu Respon
		1	2	3	4	5	
1.	10.0	7.6s	4.1s	8.3s	3.8s	3.8s	5.52s
2.	20.0	6.5s	4.3s	4.7s	4.3s	4.1s	4.78s
3.	30.0	4.8s	8.2s	5.3s	4s	4.5s	5.36s
4.	40.0	5.8s	4.2s	9.6s	3.5s	5.5s	5.72s
5.	50.0	4.4s	9.7s	4.7s	4.3s	4.1s	5.44s
6.	60.0	4s	4.2s	8.1s	4.2s	4.4s	4.98s
7.	70.0	5.7s	5.4s	4s	6.1s	4.1s	5.06s
8.	80.0	6.8s	6.8s	7.5s	6.8s	10.4s	7.66s
9.	90.0	7.5s	5.6s	6.5s	6.3s	5.4s	6.26s
10.	100.0	6.7s	6.7s	5.8s	6.1s	7.6s	6.7s
11.	110.0	5.8s	4.5s	4.2s	6.5s	4.2s	5.04s
12.	120.0	4.4s	4.6s	4.3s	4.3s	4.4s	4.4s
13.	130.0	8.4s	4.3s	4.1s	4.4s	4.2s	5.08s
14.	140.0	8.5s	4.2s	4.5s	4.3s	4.1s	5.12s
Total Waktu Respon							77.12s

$$Rata - Rata = \frac{\sum \text{Total Waktu Respon}}{\text{Banyaknya Data Pengukuran}} = \frac{77.12s}{14} = 5.51 s$$

Pada Tabel 4.2. Hasil Pegujian dari respon perangkat *water level detector* dengan platform monitoring Thinger.io, didapatkan nilai respon perangkat rata-rata sebesar 5.51s saat perangkat deteksi dihidupkan dan mengirimkan data pada tampilan dashboard Thinger.io. Nilai respon perangkat minimum 4.4s dan nilai respon perangkat maksimum sebesar 7.66s.

4.4 Data dan Analisa Perangkat Sensor VL53L1X

Pengukuran ini dilakukan sebanyak 28 data dari jangkauan 5 ~ 140 cm, yang dimana untuk setiap datanya dilakukan 10 kali percobaan. Untuk objek yang diukur adalah sterofoam dengan pembanding selisih pengukuran yang dilakukan sensor menggunakan instrument ukur meteran. Dari hasil algoritma pada Gambar 3-5, perangkat sensor ketinggian air berhasil mendeteksi jarak dari pengukuran objek yang telah dilakukan oleh peneliti yang dimana hasil dari pengujian perangkat deteksi menggunakan sensor TOF VL53L1X dapat tertera pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Pengujian Perangkat Detektor TOF VL53L1X Terhadap Jarak

No	Jarak Aktual (cm)	Percobaan Pengukuran (cm) Ke-									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	5.0	2.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.8	2.5	2.5
2.	10.0	8.6	8.9	9.1	9.1	9.4	9.4	9.0	8.8	9.0	8.6
3.	15.0	14.4	14.2	14.5	14.4	14.3	14.1	14.2	14.3	14.3	14.8
4.	20.0	19.9	19.5	20.3	20.3	20.0	20.5	20.0	20.3	20.0	20.2
5.	25.0	24.4	24.7	24.3	24.2	24.6	24.3	24.1	24.4	24.5	24.3
6.	30.0	29.7	29.7	29.7	29.7	29.6	29.8	29.7	29.9	29.9	29.8
7.	35.0	35.3	35.2	35.3	35.0	34.3	34.9	35.0	34.2	34.9	34.8
8.	40.0	39.5	39.7	39.4	39.7	39.7	39.5	39.5	39.7	39.3	39.6
9.	45.0	44.9	44.9	44.8	44.9	45.0	45.1	44.7	45.1	44.7	44.7
10.	50.0	49.7	49.7	49.6	49.6	49.5	49.7	49.6	50.0	49.8	50.4
11.	55.0	54.5	54.9	55.2	54.9	54.9	54.9	54.8	54.7	54.8	55.0
12.	60.0	59.9	60.2	60.1	60.1	60.0	60.0	59.9	60.1	60.1	60.1
13.	65.0	65.1	65.0	64.8	65.1	64.7	64.9	64.9	64.8	64.5	64.9
14.	70.0	69.9	70.1	69.9	69.8	69.9	70.2	70.0	69.7	70.1	70.1
15.	75.0	75.0	74.8	74.7	74.8	75.2	74.9	75.0	74.9	74.9	74.9
16.	80.0	79.9	79.8	79.7	79.7	79.8	80.0	80.0	79.8	80.0	80.1
17.	85.0	85.5	84.8	85.2	85.4	85.0	85.0	85.2	85.0	85.0	85.4
18.	90.0	89.9	89.6	90.4	90.1	90.1	90.0	90.4	90.5	90.1	90.4
19.	95.0	95.0	94.9	95.1	95.1	95.3	95.3	95.3	94.9	95.0	95.0
20.	100.0	99.9	100.2	99.9	99.9	100.1	99.9	100.0	100.0	100.4	100.2
21.	105.0	104.8	105.1	104.9	104.9	104.9	105.1	104.7	105.0	104.6	104.9
22.	110.0	110.1	109.9	110.0	110.2	110.0	110.2	110.2	109.9	109.4	110.5
23.	115.0	115.2	115.1	115.3	115.0	115.3	114.8	115.1	115.2	114.9	114.8
24.	120.0	120.1	120.0	119.9	119.8	119.7	120.0	120.2	120.5	119.8	120.1
25.	125.0	125.2	125.3	125.5	125.2	125.1	125.3	124.9	124.9	125.2	125.2
26.	130.0	130.6	130.9	130.3	130.2	130.0	130.6	130.7	130.7	130.5	130.4
27.	135.0	134.9	135.1	134.7	135.0	135.3	135.2	135.2	135.2	135.3	134.9
28.	140.0	140.2	140.1	140.2	140.1	140.6	140.6	140.4	139.9	140.1	140.5

4.4.1 Mencari Nilai Persentase *Error*

Untuk mengetahui nilai error setiap pengukuran pada perangkat deteksi pada Tabel 4.3, digunakan perhitungan persamaan (2) untuk mengetahui selisih dari instrument standar dengan pembacaan sensor. Setelah diketahui setiap selisih pengukuran dilakukan perhitungan persamaan (3) untuk mengetahui setiap nilai penyimpangannya dan kemudian digunakan persamaan (4) untuk mengetahui nilai rata-rata error pada setiap nilai pengukuran. Nilai data hasil perhitungan persentase *error* tertera pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data Persentase *Error* TOF VL53L1X

Jarak Aktual (cm)	Data <i>Error</i> Setiap Percobaan Ke-										\bar{x}	<i>s</i>	%Error
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
5.0	2.2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.2	2.5	2.5	2.45	0.13	2.60
10.0	1.4	1.1	0.9	0.9	0.6	0.6	1	1.2	1	1.4	1.01	0.27	2.70
15.0	0.6	0.8	0.5	0.6	0.7	0.9	0.8	0.7	0.7	0.2	0.65	0.18	1.20
20.0	0.1	0.5	0.3	0.3	0.0	0.5	0.0	0.3	0.0	0.2	0.22	0.18	0.90
25.0	0.6	0.3	0.7	0.8	0.4	0.7	0.9	0.6	0.5	0.7	0.62	0.17	0.68
30.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.25	0.09	0.30
35.0	0.3	0.2	0.3	0.0	0.7	0.1	0.0	0.8	0.1	0.2	0.27	0.26	0.74
40.0	0.5	0.3	0.6	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.7	0.4	0.44	0.13	0.32
45.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.3	0.3	0.16	0.10	0.22
50.0	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.0	0.2	0.4	0.32	0.13	0.26
55.0	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0	0.18	0.14	0.25
60.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.05	0.08
65.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.5	0.1	0.17	0.13	0.20
70.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.3	0.1	0.1	0.13	0.07	0.10
75.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.13	0.09	0.12
80.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.14	0.11	0.14
85.0	0.5	0.2	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.19	0.18	0.21
90.0	0.1	0.4	0.4	0.1	0.1	0.0	0.4	0.5	0.1	0.4	0.25	0.17	0.19
95.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.13	0.11	0.11
100.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.4	0.2	0.13	0.11	0.11
105.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.0	0.4	0.1	0.15	0.11	0.10
110.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	0.1	0.4	0.5	0.18	0.15	0.14
115.0	0.2	0.1	0.3	0.0	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.17	0.09	0.08
120.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.0	0.2	0.5	0.2	0.1	0.17	0.14	0.12
125.0	0.2	0.3	0.5	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.22	0.11	0.09
130.0	0.6	0.9	0.3	0.2	0.0	0.6	0.7	0.7	0.5	0.4	0.49	0.30	0.23
135.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.18	0.09	0.07
140.0	0.2	0.1	0.2	0.1	0.6	0.6	0.4	0.1	0.1	0.5	0.29	0.20	0.14
Total %Error Rata-Rata												12.40	

Pada Tabel 4.4. Setelah mendapatkan nilai persentase *error*-nya setiap pengukuran yang telah dilakukan, selanjutnya mencari rata-rata total persentase *error*-nya menggunakan persamaan (5) berikut:

$$\text{Rata - rata Error}(\%) \frac{12.40}{28} = 0.443 \%$$

Telah didapatkan nilai persentase *error* perangkat *water level detector* menggunakan sensor dengan tipe TOF VL53L1X sebesar = 0.44%



Gambar 4-3. Grafik Kesalahan Pengukuran

Pada Gambar 4-3. Grafik kesalahan pengukuran setiap percobaan yang dilakukan dengan membandingkan nilai terukur sensor dengan jarak sesungguhnya menggunakan instrument ukur meteran. Persentase *error* tertinggi didapatkan pada saat pengukuran jarak aktual 5 dan 10 sentimeter dengan nilai persentase *error*-nya 2.6% dan 2.7%. Sensor VL53L1X tidak dapat mendekripsi dengan akurat pada jarak jangkauan tersebut, sensor VL53L1X memiliki nilai persentase < 1% ketika pengukurannya semakin jauh pada jarak 140 sentimeter

4.4.2 Mencari Nilai Persentase Akurasi Perangkat Deteksi Ketinggian Air

Selanjutnya mencari nilai persentase akurasi perangkat deteksi yang dapat dihitung mengukurkan persamaan (6).

$$Akurasi = 100\% - 0.44 = 99.56\%$$

Telah diperoleh nilai akurasi perangkat *water level detector* menggunakan sensor model TOF VL53L1X sebesar 99.56%. Sebagaimana nilai akurasi teruji *water level detector* melampaui Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu $\geq 95\%$ dan melampaui Standar International (SI) sebesar $\geq 97\%$ (Kurniawan, 2019).

4.5 Data dan Analisa Tampilan Perangkat Box Sistem Water Level Detector Terhadap Pembacaan Sensor

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *box* sistem yang telah dirancang dengan tampilan (LCD 16x2, LED, Buzzer) dapat beroperasi sesuai dengan rancangan. Pengujian ini dilakukan sebanyak 28 data dengan percobaan 1 kali untuk masing-masing datanya. Pengujian dilakukan dengan mengukur dari jarak 5~140 cm dengan objek ukur setrofoam. Diaman tampilanya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Data Pengujian Tampilan Perangkat Box Sistem Water Level Detector

No.	Jarak Aktual (cm)	Jarak Terukur LCD (cm)	LED Merah	LED Kuning	LED Hijau	Buzzer	Status Teks Pada LCD
1.	5.0	2.6	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
2.	10.0	9.2	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
3.	15.0	14.7	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
4.	20.0	20.6	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
5.	25.0	24.6	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
6.	30.0	29.7	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
7.	35.0	34.5	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
8.	40.0	39.5	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
9.	45.0	44.7	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
10.	50.0	49.6	OFF	ON	OFF	ON	Waspada
11.	55.0	54.4	OFF	ON	OFF	ON	Waspada
12.	60.0	59.4	OFF	ON	OFF	ON	Waspada
13.	65.0	64.6	OFF	ON	OFF	ON	Waspada
14.	70.0	69.4	OFF	ON	OFF	ON	Waspada
15.	75.0	74.3	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
16.	80.0	79.4	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
17.	85.0	84.4	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
18.	90.0	89.3	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
19.	95.0	94.7	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
20.	100.0	99.4	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
21.	105.0	104.5	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
22.	110.0	109.5	OFF	OFF	ON	OFF	Aman

23.	115.0	114.6	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
24.	120.0	119.4	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
25.	125.0	124.4	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
26.	130.0	129.5	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
27.	135.0	134.6	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
28.	140.0	139.4	OFF	OFF	ON	OFF	Aman

Pada Tabel 4.5. Hasil pengujian terhadap tampilan pada perangkat *water level detector* melalui *box* sistem yang telah dirancang oleh peneliti bahwasanya, perangkat deteksi ketiggian air dapat menampilkan indikator-indikator pada Gambar 3-5 algoritma program yang telah dirancang menggunakan ESP 32.

4.6 Data dan Analisa Pengujian Lapangan Perangkat *Water Level Detector*

Untuk mengetahui apakah perangkat sistem *water level detector* yang telah dirancang dapat mendeteksi ketiggian air sungai dan menampilkan beberapa indikator pada sistem, berikut data dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada saluran irigasi sungai pada waktu siang, sore dan malam selama 30 menit untuk masing-masing pengambilan datanya setiap 5 menit.

Tabel 4.6. Data Pengujian *Water Level Detector* Pada Saluran Irigasi Sungai

Pengujian Ketinggian Air Sungai Pada Siang Hari								
No	Ketinggian Terukur (cm)	Virtual LED	Virtual LED (buzzer)	LED Merah	LED Kuning	LED Hijau	Buzzer	Status
1.	-0.10	Putih	Putih	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
2.	-0.10	Putih	Putih	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
3.	-0,10	Putih	Putih	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
4.	-0,10	Putih	Putih	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
5.	-0,10	Putih	Putih	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya
6.	-0,10	Putih	Putih	ON	OFF	OFF	ON	Bahaya

Pengujian Ketinggian Air Sungai Pada Sore Hari

No	Ketinggian Terukur (cm)	Virtual LED	Virtual LED (buzzer)	LED Merah	LED Kuning	LED Hijau	Buzzer	Status
1.	88.5	Hijau	Putih	OFF	OFF	ON	OFF	Aman

2.	86.0	Hijau	Putih	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
3.	88.4	Hijau	Putih	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
4.	87.6	Hijau	Putih	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
5.	88.4	Hijau	Putih	OFF	OFF	ON	OFF	Aman
6.	87.9	Hijau	Putih	OFF	OFF	ON	OFF	Aman

Pengujian Ketinggian Air Sungai Pada Malam Hari

No	Ketinggian Terukur (cm)	Virtual LED	Virtual LED (buzzer)	LED Merah	LED Kuning	LED Hijau	Buzzer	Status
1.	55.9	Kuning	Hijau	OFF	ON	OFF	ON	Waspada
2.	56.1	Kuning	Hijau	OFF	ON	OFF	ON	Waspada
3.	56.1	Kuning	Hijau	OFF	ON	OFF	ON	Waspada
4.	55.6	Kuning	Hijau	OFF	ON	OFF	ON	Waspada
5.	55.7	Kuning	Hijau	OFF	ON	OFF	ON	Waspada
6.	56.4	Kuning	Hijau	OFF	ON	OFF	ON	Waspada

Pada Tabel 4.6. Telah didapatkan hasil analisa bahwasanya perangkat detektor saat mendeteksi tinggi muka air di saluran irigasi sungai pada sore dan malam hari diperoleh bahwasanya sistem bekerja dengan baik karena sistem menampilkan indikator-indikator sesuai dengan rancangan peneliti. Akan tetapi saat perangkat mendeteksi di aliran sungai saat siang hari perangkat *water level detector* tidak dapat mendeteksi ketinggian air dengan baik dikarenakan teriknya sinar matahari sehingga mengganggu sensor TOF VL53L1X saat mendeteksi objek sterofoam. Untuk penyajian data ketinggian pada LCD 16x2 dan Thinger.io memiliki perbedaan *delay* 1 detik dalam memperbarui datanya.

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini, peneliti telah memperoleh hasil akhir dari penelitian yang telah dilakukan dengan judul *perancangan water level detector pada saluran irigasi sungai*. Sebagaimana yang telah dilakukan tahapan perancangan sistem dan beberapa tahapan pengujian sistem guna memperoleh hasil terbaik untuk sistem yang telah dirancang dalam penelitian berikut hasil akhirnya.

5.1 Kesimpulan

1. Telah dibuat sebuah sistem *water level detector* yang dapat diimplementasikan pada saluran irigasi sungai. Yang dimana hasil rancangannya sebagai berikut:
 - a. Sistem yang telah dirancang dapat menampilkan informasi dan notifikasi yang dapat ditampilkan pada box sistem dan tampilan website Thinger.io. Pada box sistem data ketinggian air dan peringatan (aman,waspada,bahaya) ditampilkan melalui LCD 16x2 dan LED dan alarm sebagai notifikasi status ketinggian air. Sedangkan pada tampilan *platform website* Thinger.io menampilkan data berupa *donut chart* indikator ketinggian level air, virtual LED sebagai notifikasi sinyal kondisi tinggi dan pemberitahuan notifikasi alarm on dan off, grafik ketinggian air serta status peringatan teks (aman waspada,bahaya). Melalui *website* Thinger.io data ketinggian air akan tersimpan secara otomatis setiap 1 menit pada *databucket* Thinger.io.
 - b. Respon *dashboard* Thinger.io saat perangkat *water level detector* dihidupkan dan sensor mengirimkan hasil bacakan ke *website* dengan nilai respon rata-rata 5.51s.
 - c. *Water level detector* yang telah dirancang dapat mendeteksi perubahan ketinggian air pada saluran irigasi sungai dengan baik pada sore dan malam hari. Penyajian data ketinggian air sungai pada tampilan LCD 16x2 dan *donut chart website* Thinger.io memiliki perbedaan *delay* 1 detik dalam memperbarui datanya.
2. Perangkat detektor dalam penelitian ini menggunakan sensor *infrared* model TOF VL53L1X dapat membaca jangkauan jarak terdeteksi pada permukaan datar objek sterofoam dengan nilai persentase *error* 0.44%, dengan akurasi

99.56%. Sehingga diperoleh hasil bahwasanya penggunaan perangkat detektor keinggian air dengan sensor *infrared* memiliki akurasi lebih baik dari perangkat deteksi ketinggian air sebelumnya pada penelitian “Sistem Pemonitor Tinggi Air Bendungan Menggunakan Modul *Wireless*” dengan menggunakan sensor *ultrasonic* dengan tipe JSN-SR04T dengan nilai persentase rata-rata *error* 6.40% dengan akurasi sebesar 93.6%.

5.2 Saran

1. Diharapkan untuk penelitian dengan topik yang sama agar mendeteksi sampah yang terdapat pada aliran sungai dikarenakan salah satu penyebab banjir banyaknya sampah yang terdapat pada aliran sungai.
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menambahkan beberapa sensor yang berkaitan dengan mengatasi banjir dan menambahkan *relay* sebagai pemutus kontak arus tegangan pada stopkontak saat banjir memasuki rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Lefsky, M., B.Cohen, W., G.Parker, G., & J.Harding, D. (2002). Lidar Remote Sensing for Ecosystem Studies. *BioScience*, 52(1), 19–30.
- Abdillah, F. (2021). *SISTEM MONITORING DAN CONTROLLING PADA PENGAIRAN SAWAH MENGGUNAKAN POMPA SUBMERSIBLE BERBASIS ARDUINO UNO*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Achmad Fauzi, R., Erik Echsony, M., Tranggono Agus Salim, A., Novendra Patrialova, S., & Hadi Setyawan, R. (2022). Analisis Karakteristik Sensor Laser Sebagai Pengukur Lebar Rel Kereta Api. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER TRIAC*.
- Andayani, M. (2016). *PROTOTIPE SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA BANJIR BERBASIS SENSOR ULTRASONIK DENGAN TEKNOLOGI NIRKABEL MENGGUNAKAN MODUL XBEE*. Universitas Negeri Jakarta.
- Drajat, M. K. R., Afif, M. d N. A., & Sudradjat, I. (2019). SISTEM PEMONITOR TINGGI AIR BENDUNGAN MENGGUNAKAN MODUL WIRELESS. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 4, 382–387.
- Kurniawan, A. (2019). Alat Bantu Jalan Sensorik bagi Tunanetra. *INKLUSI*, 6(2), 285. <https://doi.org/10.14421/ijds.060205>
- Luis Bustamante, A., Patricio, M., & Molina, J. (2019). Thinger.io: An OpenSource Platform for Deploying Data Fusion Applications in IoT Environments. *Sensors*, 19(5), 1044. <https://doi.org/10.3390/s19051044>
- Mardiati, R., Ashadi, F., & Farid Sugihara, G. (2016). Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32. *TELKA*, 2(1), 53–61.
- Meidianta, S., Hakim, A. R., Harpad, B., Program), Informatika, S. T., Widya, S., & Dharma, C. (t.t.). *SISTEM PENDETEKSI PERINGATAN DINI TERHADAP BANJIR BERBASIS MIKROKONTROLER*.
- Nodeak, B., Parulian, A., Pristiwanto, & Ramadan Siregar, S. (2016). PERANCANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN INTERNET DENGAN

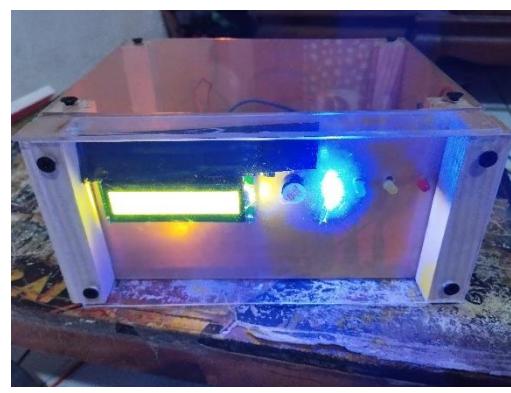
- MENGGUNAKAN METODE COMPUTER BASED INSTRUCTION. *JURIKOM*, 3(4), 54–57.
- Pasereng Tondok, Y., Setyowaty Patras, L., & Lisi, F. (2019). Perencanaan Transformator Distribusi 125 kVA. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(2).
- Rahmaniah. (t.t.). *ANALISIS PENYEBAB BENCANA ALAM BANJIR YANG ADA DI WILAYAH INDONESIA*.
- Sokop Jendri, S., Mamahit J, D., & Sompie R.U.A, S. (2016). Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 5(3), 13–22.
- Suhardi, D. (2014). PROTOTIPE CONTROLLER LAMPU PENERANGAN LED (LIGHT EMITTING DIODE) INDEPENDENT BERTENAGA SURYA. *GAMMA*, 10(1), 116–122.
- Sulistyo, E. (2014). RANCANG BANGUN ROBOT PEMADAM API MENGGUNAKAN KOMUNIKASI I2C. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*.
- Susanto, F., Komang Prasiani, N., & Darmawan, P. (2022). IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI. Dalam *Jurnal IMAGINE* (Vol. 2, Nomor 1). Online. <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>
- Tabularasa, J., & Unimed, P. (t.t.). *VALIDITAS DAN RELIABILITAS SUATU INSTRUMEN PENELITIAN* (Vol. 6, Nomor 1).
- Widiastuti Indriani, N., & Susanto, R. (t.t.). Kajian Sistem Monitoring Dokumen Akreditasi Teknik Informatika UNIKOM. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 12(2).

LAMPIRAN

Lampiran 1: Perancangan Water Level Detector

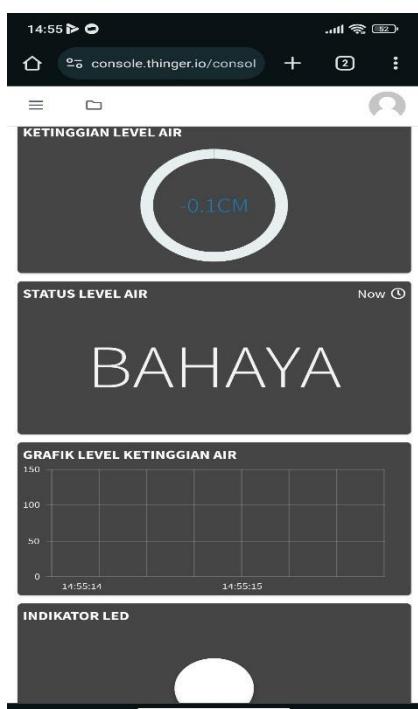
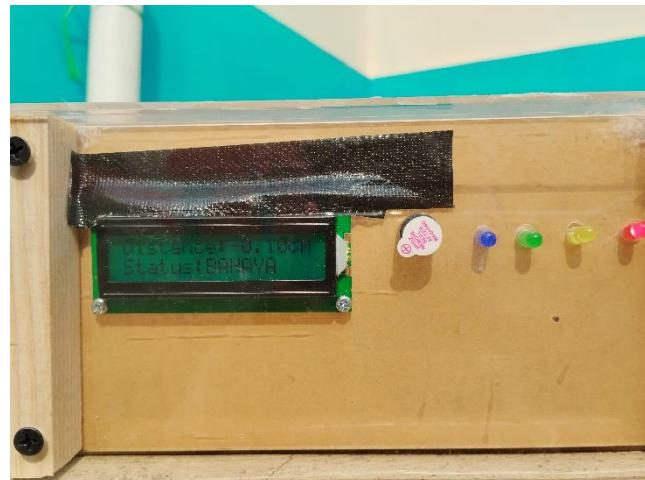


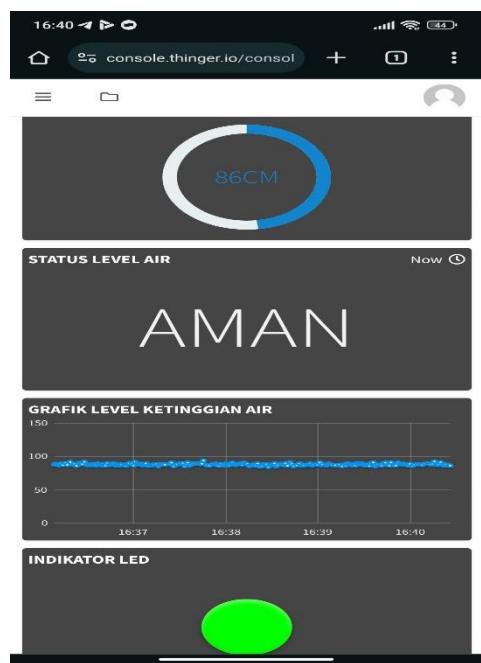
Lampiran 2: Pengujian Jarak Sensor TOFVL53L1X Terhadap Stereofoam

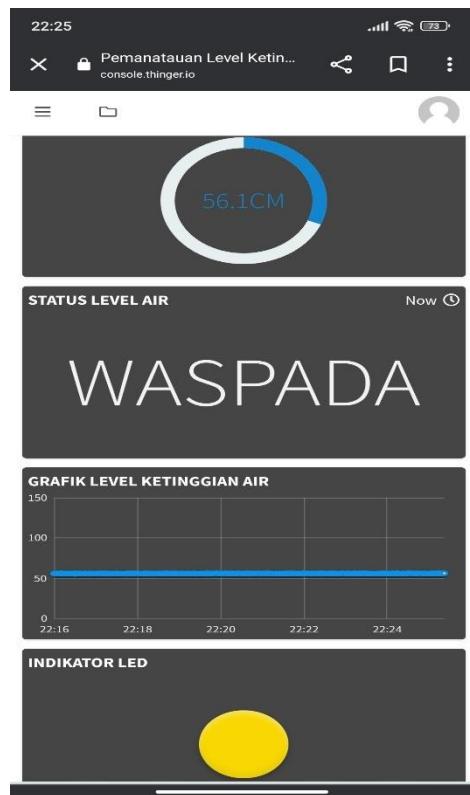
Lampiran 3: Pengujian Tampilan Water Level Detector Pada Box Sistem

Lampiran 4: Pengujian Tampilan Pada Antarmuka Thinger.io



Lampiran 5: Pengujian Perangkat Detektor Pada Saluran Irigasi Sungai





Lampiran 6: Tabel Spesifikasi Perangkat Keras

Lampiran 6.1. Spesifikasi Mikrokontroler

ESP 32 WROOM	Spesifikasi
Prosesor	Mikroprosesor Xtensa dual-core 32-bit LX6
Tegangan /Arus Kerja	3.3 DCV/ 400 mA
Frequensi Clock	240 MHz
Flash Memory	4 MB
SRAM	520 kB
WiFi	11/b/g/n
Bluetooth	4.2/BLE
Pin GPIO	30
Pin ADC	15
Pin I2C	2
Pin PWM	16
Pin ADC	2

Lampiran 6.2. Spesifikasi Sensor Jarak

VL53L1X	Spesifikasi
Ukuran Dimensi	4.9 x 2.5 x 1.56 mm
Tegangan Operasi	2.6 ~ 3.5 V
Panjang Gelombang Laser	940 nm
Frequensi Ranging	50 Hz
Frekuensi Distance	4000 mm / 4 m
I2C	400 kHz
Bidang Pandang (FoV)	15 ~27°
Package	Optical LGA12

Lampiran 6.3. Spesifikasi LED

LED	Spesifikasi
Tegangan Kerja Merah:	1.8 ~ 2.1 V
Tegangan Kerja Kuning:	2.4 V
Tegangan Kerja Hijau:	2.6 V
Tegangan Kerja Biru:	3 ~ 3.6 V

Lampiran 6.4. Spesifikasi Buzzer

Buzzer	Spesifikasi
Tegangan Kerja:	< 30 mA
Suara Keluaran:	≥ 85 dB
Frekuensi Resonasi:	2300 ± 500
Operasi Suhu:	-20 ~ 60
Berat:	2 g

Lampiran 6.5. Spesifikasi Transformator

Trafo	Spesifikasi
Tegangan Input:	220 V
Tegangan Keluaran Maksimal:	18 V
Arus Keluaran:	1 A
Ukuran Dimensi:	8 x 5 x 4

Lampiran 7: Program Sistem *Water Level Detector*

```
//Library program

#include <Arduino.h> // library pusstaka arduino
#include <WiFi.h>      // library wifi
#include <Wire.h>       // library komunikasi I2C
#include <ThingerESP32.h> // library Thinger.io
#include <Adafruit_VL53L1X.h> // library VL53L1X
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // library LCD

//deklarasi objek sensor sebagai vl53
Adafruit_VL53L1X vl53;

//set the LCD number of columns and rows
int lcdColumns = 16;
int lcdRows = 2;
// deklarasi objek liquid sebagai lcd
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,lcdColumns,lcdRows);

// mengatur esp32 agar terhubung ke platform Thinger.io
#define username "programjarak"
#define deviceID "ESP32_TOF"
#define deviceCred "cjo1_EYLg8$l2G+5"

//membuat variabel indikator status
#define buzzer 4
#define PinM 18
#define PinK 19
```

```
#define PinH 13

// membuat variabel thinger.io
ThingerESP32 thing (username,deviceID,deviceCred);
// membuat variabel teks yang akan dikirimkan ke thinger.io
String teks1 = "";

//mengatur jaringan esp32 ke perangkat internet
const char* ssid = "Tselhome-67FF";
const char* pswd = "81144386";

//membuat millis untuk variabel DATA
unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 1000;

// deklrasi pin GPIO 2 seagai output Boar LED ESP32
#define Board_LED 14

//membuat variabel untuk meyimpan data jarak
float distance_cm;

void setup() {
    // kondisi LED pada board esp ketika menghubungkan ke router/internet
    pinMode(buzzer, OUTPUT);
    pinMode(PinM,OUTPUT);
    pinMode(PinK,OUTPUT);
    pinMode(PinH,OUTPUT);
    pinMode(Board_LED,OUTPUT);
```

```
digitalWrite(Board_LED,HIGH);

// memulai komunikasi dengan esp32
Serial.begin(115200);
lcd.init();
lcd.backlight();

// memulai koneksi wifi
WiFi.mode(WIFI_STA); // esp32 mode station untuk memulai connect to router
WiFi.begin(ssid,pswd);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Connect...");

// proses koneksi ke router/hostpot
int conn_timeOut = 20;
conn_timeOut = conn_timeOut * 2;
while(WiFi.status() != WL_CONNECTED){

    // melakukan flashing pada board esp32
    digitalWrite(Board_LED, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(Board_LED, LOW);
    delay(200);

    // proses countdown connecting time out
    if(conn_timeOut > 0) conn_timeOut--;
    if(conn_timeOut == 0){
        delay(1000);
        ESP.restart(); // memulai restart otomatis pada board ESP32
    }
}
```

```
        }

    }

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("Connected");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print(WiFi.localIP());

digitalWrite(Board_LED,LOW);

// menghubungkan ESP32 ke Thinger.io

thing.add_wifi(ssid,pswd);

// send data to thinger.io

thing["DATA"] >> [] (pson & out){

    out["Distance"] = distance_cm;

    out["Status"] = teks1;

};

Wire.begin();

//inisialisasi VL53L1X dengan alamat 0x29 dan koneksi I2C

vl53.begin(0x29, &Wire);

//memulai proses pengukuran jarak

vl53.startRanging();

delay(1000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("Ranging started");
```

```
// Valid timing budgets for datasheet
vl53.setTimingBudget(50);

}

void loop(){
    unsigned long currentMillis = millis ();
    if (currentMillis - previousMillis >= interval)
    {
        previousMillis = currentMillis; // memperbarui waktu sebelumnya dengan waktu
        saat ini

        //mengecek selama 1 menit status wifi
        if (WiFi.status() != WL_CONNECTED){
            Serial.println("\nConnect...");
            WiFi.reconnect();
            digitalWrite(Board_LED, HIGH);
        }
        else
        {
            digitalWrite(Board_LED,LOW);
        }

        // membaca nilai sensor VL53L1X
        // dekalrasi tipe data jarak menjadi bilangan integer 16-bit
        int16_t distance;
        // memerikas apakah ada data yang siap dibaca
        if (vl53.dataReady()) {
```

```
// membaca jarak dari sensor dan mengkonversi ke cm
distance = vl53.distance();
distance_cm = distance*0.1;

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Distance: ");
Serial.print("Distance: ");
lcd.setCursor(9, 0);
lcd.print(distance_cm);
Serial.println(distance_cm);
lcd.setCursor(14, 0);
lcd.print("cm");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Status:");

/*menghapus interupsi yang mungkin terjadi pada VL53L1X,
siap untuk pengukuran selanjutnya*/
vl53.clearInterrupt();

}

}

if (distance_cm > 70 && distance_cm <= 140){
    teks1 = "AMAN";
    lcd.setCursor(7, 1);
    lcd.print("AMAN");
    digitalWrite(PinH,HIGH);
```

```
digitalWrite(PinK,LOW);
digitalWrite(PinM,LOW);
digitalWrite(buzzer,LOW);

}

else if (distance_cm <= 70 && distance_cm > 45){
    teks1 = "WASPADA";
    lcd.setCursor(7, 1);
    lcd.print("WASPADA");
    digitalWrite(PinK,HIGH);
    digitalWrite(PinM,LOW);
    digitalWrite(PinH,LOW);
    digitalWrite(buzzer,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(buzzer,LOW);
    delay(500);
}

else if (distance_cm <= 45){
    teks1 = "BAHAYA";
    lcd.setCursor(7, 1);
    lcd.print("BAHAYA");
    digitalWrite(PinM,HIGH);
    digitalWrite(PinK,LOW);
    digitalWrite(PinH,LOW);
    digitalWrite(buzzer,HIGH);
    delay(40);
    digitalWrite(buzzer,LOW);
    delay(80);
```

```
}

else{
    digitalWrite(PinM,LOW);
    digitalWrite(PinK,LOW);
    digitalWrite(PinH,LOW);
    digitalWrite(buzzer,LOW);

}

thing.handle(); // proses menghubungkan ke Thinger.io
}
```

Lampiran 8: Surat Kelayakan Sidang Skripsi Pembimbing 1

 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA	Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana	Kode Arsip : 04/Prodi- El/Akad/2010 Program Studi Teknik Elektro
--	--	--

Jakarta, 09 Desember 2023

Bismillahirrahmanirrahim,
 Dengan ini, saya sebagai pembimbing I menyatakan bahwa,

N a m a	:	Wildan Yuda Bragaswara
N I M	:	1903025012
Alamat	:	Jl. H.Icang, Kampung Palsingunung, Kel. Tugu, No.112, RT 004/ RW 003, Kec. Cimanggis, Depok, Jawa Barat

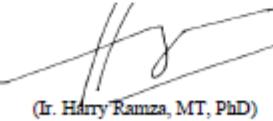
Judul Tugas Akhir:
Perancangan Water Level Detector Pada Saluran Irigasi Sungai

bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan Layak / Tidak Layak untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

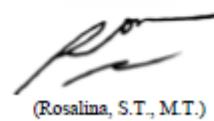
Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing I.
 Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

Jakarta, 09 Desember 2023

Mengetahui,
 Ketua Program Studi
 Teknik Elektro – FT UHAMKA


 (Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Pembimbing I


 (Rosalina, S.T., M.T.)

Cc:

1. Yang bersangkutan.
2. Arup.

Lampiran 9: Surat Kelayakan Sidang Skripsi Pembimbing 2

 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA	Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana	Kode Arsip : 04/Prodi- El/Akad/2010 Program Studi Teknik Elektro
--	--	---

Jakarta, 04 Januari 2024

Bismillahirrahmanirrahim,
Dengan ini, saya sebagai pembimbing II menyatakan bahwa,

Nama : Wildan Yuda Bragaswara
 NIM : 1903025012
 Alamat : Jl. H.Icang, Kampung Palsingumung, Kel. Tugu, No.112, RT
 004/ RW 003, Kec. Cimanggis, Depok, Jawa Barat

Judul Tugas Akhir:
Perancangan Water Level Detector Pada Saluran Irigasi Sungai

bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan Layak / **Tidak Layak** " untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing II.
Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

Jakarta, 04 Januari 2024

Mengetahui,
 Ketua Program Studi
 Teknik Elektro – FT UHAMKA


 (Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Pembimbing II


 (M. Mujirudin, S.T., M.T.)

Cc:

1. Yang bersangkutan.
2. Arsip.

Lampiran 10: Turnitin

Wildan Yuda Bragaswara-Perancangan Water Level Detector
Pada Saluran Irigasi Sungai

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.belajaronline.net Internet Source	1%
2	digiwarestore.com Internet Source	1%
3	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1%
4	Submitted to Ajou University Graduate School Student Paper	<1%
5	repository.its.ac.id Internet Source	<1%
6	repository.ub.ac.id Internet Source	<1%
7	journal.unwidha.ac.id Internet Source	<1%
8	journal.trunojoyo.ac.id Internet Source	<1%
9	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	<1%

Lampiran 11: Lembar Revisi Pengujian 1

1/27/24, 1:52 PM	Lembar Revisi Pengujian 1		
LEMBAR REVISI SIDANG SKRIPSI ONLINE TEKNIK ELEKTRO UHAMKA			
Report Status Kelulusan Mahasiswa Sidang Nama Mahasiswa : WILDAN YUDA BRAGASWARA NIM : 1903025012 Tanggal Sidang : 2024-01-25 09:15:00 Nama Pembimbing : Rosalina, ST., MT. Judul Skripsi : PERANCANGAN WATER LEVEL DETECTOR PADA SALURAN IRRIGASI SUNGAI			
No	Catatan		
Validasi Revisi	Nama Dosen	Tanggal Revisi	Paraf
Ketua Sidang	Emilia Roza, ST., MT.	31 Januari 2024	
Pembimbing-1	Rosalina, ST., MT.	1 Februari 2024	
Pembimbing-2	M. Mujirudin, S.T., MT.	31 Februari 2024	
Pengujii-1	Emilia Roza, ST., MT.	31 Januari 2024	
Pengujii-2	Kun Fayakun, ST., MT.	31 Januari 2024	

Selanjutnya, yang bersangkutan harus segera menyelesaikan permasalahan sehubungan dengan skripsi ini, selambat-lambatnya 7 (tujuh) hari setelah tanggal pelaksanaan sidang.

Apabila revisi telah selesai dan mendapatkan approval (pengujii, pembimbing, Kaprodi dan Dekan), maka tulisan (Skripsi, Jurnal) dan Program dikumpulkan dalam bentuk CD diberi label sebanyak 3 buah (lengkap) dan hardcover (Fakultas/Perpustakaan, Pembimbing dan Program Studi)

Berkas disusun sesuai petunjuk dan tanda tangan setiap berkas Asli, untuk softcopy dilampirkan hasil pemindaian / scanning.

Batas Akhir Revisi..... (hh/bb/tttt)
 Batas Akhir Pengumpulan Berkas dan CD (Skripsi, Jurnal) (hh/bb/tttt)

Wassalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barokaatuh,

https://spes.uhamka.ac.id/mhs/cetak_lembar_revisi

1/1

Lampiran 12: Lembar Revisi Penguji 2

1/27/24, 1:52 PM		Lembar Revisi Penguji 2	
LEMBAR REVISI SIDANG SKRIPSI ONLINE TEKNIK ELEKTRO UHAMKA			
Report Status Kelulusan Mahasiswa Sidang Nama Mahasiswa : WILDAN YUDA BRAGASWARA NIM : 1903025012 Tanggal Sidang : 2024-01-25 09:15:00 Nama Pembimbing : Rosalina, ST., MT. Judul Skripsi : PERANCANGAN WATER LEVEL DETECTOR PADA SALURAN IRRIGASI SUNGAI			
No	Catatan		
Validasi Revisi	Nama Dosen	Tanggal Revisi	Paraf
Ketua Sidang	Emilia Roza, ST., MT.	31 Januari 2024	
Pembimbing-1	Rosalina, ST., MT.	1 Februari 2024	
Pembimbing-2	M. Mujirudin, S.T., MT.	31 Februari 2024	
Penguji-1	Emilia Roza, ST., MT.	31 Januari 2024	
Penguji-2	Kun Fayakun, ST., MT.	31 Januari 2024	
Selanjutnya, yang bersangkutan harus segera menyelesaikan permasalahan sehubungan dengan skripsi ini, selambat-lambatnya 7 (tujuh) hari setelah tanggal pelaksanaan sidang. Apabila revisi telah selesai dan mendapatkan approval (penguji, pembimbing, Kaprodi dan Dekan), maka tulisan (Skripsi, Jurnal) dan Program dikumpulkan dalam bentuk CD diberi label sebanyak 3 buah (lengkap) dan hardcover (Fakultas/Perpustakaan, Pembimbing dan Program Studi) Berkas disusun sesuai petunjuk dan tanda tangan setiap berkas Asli, untuk softcopy dilampirkan hasil pemindaian / scaning. Batas Akhir Revisi..... (hh/bb/ttt) Batas Akhir Pengumpulan Berkas dan CD (Skripsi, Jurnal)..... (hh/bb/ttt) Wassalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barokaatuh,			

https://spes.uhamka.ac.id/mhs/cetak_lembar_revisi
1/1

**ANALISIS PEMELIHARAAN BERKALA GENERATOR SET
TERHADAP TINGKAT KETERSEDIAAN DAN KEHANDALAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Usulan Penyusunan Skripsi
Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Marsya Artemia Afriliani

1903025044

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2023**

**ANALISIS PEMELIHARAAN BERKALA GENERATOR SET
TERHADAP TINGKAT KETERSEDIAAN DAN
KEHANDALAN**

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Elektro



Oleh:

Marsya Artemia Afriliani

1903025044

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS PEMELIHARAAN BERKALA GENERATOR SET TERHADAP TINGKAT KETERSEDIAAN DAN KEHANDALAN

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh:

Marsya Artemia Afriliani

1903025044

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri dan Informatika
UHAMKA
Tanggal, 24 Juli 2023

Pembimbing 1



Ir. Harry Ramza ..M.T .. P.hd.
NIDN : 0303097006

Pembimbing 2



Rosalina, ST.M.T
NIDN : 0304017001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Harry Ramza ..M.T .. P.hd.
NIDN : 0303097006

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PEMELIHARAAN BERKALA GENERATOR SET TERHADAP TINGKAT KETERSEDIAAN DAN KEHANDALAN

SKRIPSI

Oleh:

Marsya Artemia Afriliani

1903025044

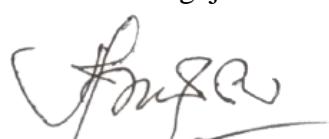
Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri dan Informatika
UHAMKA
Tanggal, 24 Juli 2023

Pembimbing 1



Ir. Harry Ramza, M.T. P.hd.
NIDN : 0303097006

Penguji- 1



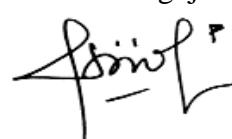
M. Mujirudin, ST., MT.
NIDN : 0312126705

Pembimbing 2



Rosalina, ST.M.T
NIDN : 0304017001

Penguji-2



Dr. Ir. Sofia Pinardi, M.T.
NIDN : 033096904

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro




Ir. Harry Ramza, M.T., P.hd.
NIDN : 0303097006

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang membuat pernyataan

Nama : Marsya Artemia Afriliani
NIM : 1903025044
Judul Skripsi : Analisis Pemeliharaan Berkala Generator Set Terhadap Tingkat Kehandalan dan ketersediaan

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 24 Juli 2023



Marsya Artemia Afriliani

KATA PENGANTAR

Assallamu'alaikum wa rohmatullahi wa barokaatuh, alhamdulillah dengan segala Puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah memberikan rahmatnya sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi saya ini dan juga tak lupa saya haturkan shalawat dan salam kepada Nabi kita Baginda Rasulullah Muhammad SAW yang dengan syafaatnya sudah memberikan beribu kebaikan kepada saya dan juga para pengikutnya.

Tak lupa saya ucapkaterimakasih kepada Orang tua yaitu ayah saya Bapak Dian dan juga Ibu Anih saya yang sudah memberikan saya jalan dan ruang untuk saya berjuang menyelesaikan kuliah saya dan memberikan saya yang terbaik yang mereka bisa, tak lupa saya ucapan banyak terima kasih terhadap Dosen pembimbing saya yaitu Bapak Ir. Harry Ramza, M.T. P.hd. dan juga Ibu Rosalina, ST.M.T yang telah membimbing saya dan juga memberikan saya ilmu dan arahannya sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi, juga ini tak lupa juga saya ucapan banyak terimakasih pada teman-teman seperjuangan saya yang telah banyak membantu saya dalam kuliah ini serta sahabat dan juga keluarga saya yang sudah mensupport saya baik mental maupun moral saya asehingga saya bisa menyelesaikan kuliah dan juga skripsi saya ini

Demikianlah,diharapkan skripsi saya ini ini dapat menjadi acuan, mahasiswa dan dosen di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA),tanpa Tanpa dukungan, kontribusi, dan apresiasi dari semua pihak yang telah disebutkan di atas, skripsi ini tidak akan bisa terwujud. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua yang terlibat. Sekali lagi, saya berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam pembuatan skripsi ini. Semoga karya ini dapat memberikan wawasan dan manfaat yang diharapkan. *Wa billahitaufiq wal hidayah, fastabiqul khoirot, wassalamu'alaikum wa rohmatullahi wa barokaatuh.*

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Marsya Artemia Afriliani
NIM : 1903025044
Program Studi : Teknik Elektro

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

Analisis Pemeliharaan Berkala Generator Set Terhadap Tingkat Kehandalan dan ketersediaan

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 11 Juli 2023



Marsya Artemia Afriliani

ABSTRAK

Generator Set sebagai sumber listrik cadangan yang harus selalu standby untuk menopang beban jika terjadi pemadaman listrik PLN. Mengingat peralatan pembangkit listrik penting sebagai sumber daya cadangan, maka perlu dilakukan evaluasi efisiensi genset melalui analisis pemeliharaan rutin harian, bulanan dan tahunan untuk meningkatkan kehandalan, ketersediaan dan kesehatan operasional genset. Kesiapan yang menjelaskan batasan izin operasi pembangkit di atas 200 KVA, harus ada izin operasi jasa ESDM dengan masa berlaku 5 tahun. Pendataan dan perizinan pembangkit pembangkit listrik dilakukan sesuai dengan Permen ESDM No. 29 Tahun 2012 tentang kapasitas produksi tenaga listrik untuk kepentingan sendiri dan berdasarkan izin operasi, UU Ketenagalistrikan No. 30 Tahun 2009 dan PP No. 14 Tahun 2012 tentang penyediaan tenaga listrik, dan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara menerbitkan Peraturan SKEP/157/IX/03 tentang petunjuk pemeliharaan dan pelaporan peralatan elektronik dan listrik, termasuk penilaian kinerja peralatan elektronik dan peralatan listrik untuk menentukan ketersediaan dan keandalan peralatan. terkait dengan pemeliharaan listrik fasilitas penerbangan. Untuk mendapatkan nilai availability level dan reliability level dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Specified Operating Time (SOT), Actual Operating Time (AOT), Mean Time Between Failures (MTBF) Probabilitas dan Ketersediaan. Setelah melakukan perhitungan, ditentukan ketersediaan dan keandalan rata-rata dari masing-masing pembangkit (genset).

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pemeliharaan.....	5
2.2 Manajemen Pemeliharaan Peralatan	7
2.3 Apa itu genset.....	9
2.4 Generator Set dan Bagian-Bagian Generator Set.....	10
2.5 Regulasi Yang dipakai	12

BAB 3	15
METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1. Prosedur Penelitian	15
3.2. Pelaksanaan Penelitian	17
3.3. Data-Data Yang Diperlukan.....	18
3.4. Data Peralatan Generator Set (genset)	18
BAB 4	19
DATA YANG DIBUTUHKAN	19
4.1 Perhitungan Kinerja Generator Set (Genset)	19
BAB 6	61
KESIMPULAN.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perhitungan SOT Genset 2016	19
Tabel 2 Perhitungan SOT Genset 2017	20
Tabel 3. Tabel Perhitungan SOT Genset 2018	21
Tabel 4. Pelrhitungan SOT Genset 2019	21
Tabel 5. Perhitungan SOT Genset 2020	22
Tabel 6. Data Total Waktu Kerusakan dan Jumlah Waktu peralatan tidak beroperasi.....	23
Tabel 7. Hasil Perhitungan AOT Genset genset 2016-2020.....	40
Tabel 8. Hasil Perhitungan MTBF genset 2016-2020	44
Tabel 9. Rata-Rata Tingkat kehandalan Genset Tahun 2016 s/d 2020.....	52
Tabel 10. Rata-Rata Tingkat ketersediaan masing-masing Gelnselt Tahun 2016 s/d 2020.....	55
Tabel 11.Hasil Data hasil kehandalan generator set Emergency	58
Tabel 12.Hasil Rata-Rata Tingkat kehandalan Genset Tahun 2016 s/d 2020	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Alur Penelitian	16
Gambar 2.Grafik MTBF genset 2016-2020.....	45
Gambar 3. Grafik Kehandalan genset 2016-2020	53
Gambar 4. Grafik Ketersediaan genset 2016-2020.....	56
Gambar 5. Grafik hasil perhitungan tingkat rata-rata kehandalan genset 2016-2020	58
Gambar 6. Grafik Hasil Ketersediaan genset 2016-2020	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Genset diesel, atau generator set diesel, menggunakan alternator dan mesin diesel untuk menghasilkan tenaga listrik. Mesin-mesin ini beroperasi dengan bahan bakar solar. Alternator mengubah kekuatan mesin (ditunjukkan dalam RPM) menjadi arus listrik yang dapat digunakan.(Suprianto,2015) Pemeliharaan preventif adalah tindakan penting dan sentral untuk mendukung kelancaran operasi bisnis. PM adalah tindakan pencegahan setelah perawatan mesin untuk mencegah kerusakan mesin. Fungsi mesin telah memburuk karena penggunaan terus menerus (pembuangan). Oleh karena itu, perlu dilakukan perawatan untuk menghindari kerusakan yang tidak diharapkan.Pekerjaan pemeliharaan menHin kelangsungan semua pekerjaan. Karena jika mesin terawat, kondisinya selalu siap pakai dengan pasti. (Yosua Erick,2022) Langkah pertama menuju keamanan kerja adalah perawatan pencegahan. Kecelakaan kerja biasanya disebabkan oleh kegagalan mesin. Ini pasti akan sangat berbahaya bagi karyawannya, Proses perawatan pencegahan memberi tahu pekerja apa masalah yang terjadi pada mesin yang bersangkutan. Ini akan membantu jika terjadi kerusakan pada mesin karena proses perbaikan akan lebih cepat karena penyebabnya sudah diketahui. (Alfa Sierra,2022)

Semua bagian diharapkan dengan catu daya darurat Instalasi yang membutuhkan listrik dapat diimplementasikan dengannya. Semua operasi yang membutuhkan listrik dapat melakukannya .Oleh karena itu, pemeliharaan dan pengoperasian genset harus dilakukan benar-benar memenuhi persyaratan. melakukan persiapan peralatan listrik yang andal dan siap pakai, sehingga jaringan listrik dapat terisi. (Irfan Dharmawan,2020).

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengevaluasi kinerja genset dengan pemeliharaan secara berkala terhadap tingkat ketersediaan dan kehandalan operasional, apakah masih memiliki nilai ideal dalam batas toleransi sesuai dengan UU No. 30 Tahun 2009 Tentang Ketenagalistrikan dan juga Surat Keputusan (SKEP) Direktorat Jenderal Perhubungan Udara No.157 Tahun 2003?
2. Berapa nilai generator set (genset) terhadap tingkat ketersediaan dan kehandalan operasional ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah yang dilakukan dalam penulisan penelitian ini agar memiliki arah dan tujuan yang jelas. Berikut adalah masalah yang akan dibahas yaitu:

1. Sistem kelistrikan keseluruhan pada tempat penelitian .
2. Aturan regulasi yang membahas tentang penggunaan genset untuk industri dan juga perusahaan.
3. Proses pemeliharaan generator set (genset) diambil data secara berkala mulai tahun 2016 sampai tahun 2020 sesuai dengan Specified Operating Time (SOT),Actual Operating Time (AOT) ,Mean Time Between Failures (MTBF), Kehandalan (Reliability), Ketersediaan (Availability) .
4. Maintenance hanya sebatas ketersediaan pada generator set.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui dan mengevaluasi kinerja generator set (genset) emergency dengan pemeliharaan secara berkala terhadap tingkat ketersediaan dan kehandalan operasional, apakah masih memiliki nilai ideal dalam batas toleransi sesuai dengan regulasi yang berlaku.
2. Mengetahui berapa nilai Spesified Operating Time (SOT), Actual Operating Time (AOT), Mean Time Between Failures (MTBF), Kehandalan (Reliability), Ketersediaan (Availability), generator set (genset) terhadap tingkat ketersediaan dan kehandalan operasional.
3. Mengetahui serta mengevaluasi apakah nilai kinerja masing-masing memenuhi nilai ideal sesuai batas toleransi dari UU No. 30 Tahun 2009 Tentang Ketenagalistrikan dan juga Surat Keputusan (SKEP) Direktorat Jenderal Perhubungan Udara No.157 Tahun 2003.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat memberikan informasi mengenai ketersediaan energi listrik pada generator set emergency.
2. Dapat menjadi bahan evaluasi untuk proses pemeliharaan generator set (genset) agar selalu tetap meningkatkan kinerja genset terhadap tingkat ketersediaan dan kehandalan
3. Dapat memperpanjang usia pemakaian alat.
4. Dapat mengurangi biaya perbaikan

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan uraian latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas mengenai landasan teori yang mendukung dalam pembuatan proposal skripsi ini.

BAB III METODOLIGI PENELITIAN

Bab ini berisikan penjelasan tentang metode penelitian yang digunakan meliputi alur penelitian pelaksaan penelitian, variabel penelitian dan prosedur penelitian.

BAB IV DATA YANG DIBUTUHKAN

Bab ini menjelaskan tentang harapan hasil data yang akan diperoleh peneliti.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Pemeliharaan

Maintenance atau pemeliharaan adalah suatu kegiatan atau proses untuk menjaga, memperbaiki, dan memastikan agar suatu sistem, perangkat, atau fasilitas tetap berfungsi dengan baik dan optimal selama masa operasionalnya. Tujuan dari maintenance adalah untuk mencegah kerusakan, memperpanjang usia pakai, mengurangi risiko kegagalan, dan menjaga kinerja yang baik dari suatu sistem atau perangkat. Ada beberapa jenis maintenance, antara lain:

1. Preventive Maintenance (Pemeliharaan Pencegahan): Merupakan jenis maintenance yang dilakukan secara rutin dan terjadwal untuk mencegah kerusakan atau kegagalan pada perangkat atau sistem. Contohnya adalah pemeriksaan berkala, penggantian komponen yang aus, dan pembersihan perangkat.
2. Corrective Maintenance (Pemeliharaan Perbaikan): Jenis maintenance yang dilakukan sebagai respons terhadap kerusakan atau masalah yang telah terjadi. Tujuannya adalah memperbaiki sistem atau perangkat agar kembali berfungsi dengan baik.
3. Predictive Maintenance (Pemeliharaan Prediktif): Menggunakan teknologi dan analisis data untuk memprediksi kemungkinan terjadinya kerusakan atau kegagalan pada suatu perangkat atau sistem. Dengan begitu, perawatan dapat dilakukan tepat waktu sebelum kerusakan terjadi.
4. Condition-based Maintenance (Pemeliharaan Berbasis Kondisi): Merupakan tipe maintenance yang mengandalkan pemantauan kondisi perangkat atau sistem secara terus-menerus. Pemeliharaan dilakukan berdasarkan analisis kondisi aktual perangkat atau sistem, bukan berdasarkan jadwal terjadwal.

Dalam banyak kasus, maintenance adalah bagian yang penting dalam menjaga kualitas, keamanan, dan efisiensi dari suatu sistem atau fasilitas, dan sering kali

merupakan prasyarat untuk menjaga kelangsungan operasi dengan baik dalam jangka waktu yang lebih lama.

2.2 Preventive Maintenance

Pemeliharaan preventif adalah pemeliharaan yang dilakukan pada mesin produksi untuk mencegah waktu terbuang sia-sia karena kerusakan. Waktu yang hilang karena proses produksi yang tertunda disebut waktu buang. Sehingga berdampak pada kerugian. Waktu yang hilang mengurangi waktu kerja produktif, yang mengakibatkan hasil yang tidak optimal dan ketidakmampuan untuk mencapai tujuan. Dengan kata lain, perawatan preventif adalah perawatan yang dilakukan secara teratur dan pada jadwal yang telah ditetapkan. Ini biasanya termasuk Specified Operating Time (SOT), Actual Operating Time (AOT), Probabilitas, Ketersediaan, dan Mean Time Between Failures (MTBF). Pemeliharaan preventif, yang penting untuk mencegah kerusakan pada peralatan produksi dengan memperbaiki kesalahan kecil yang ditemukan selama inspeksi itur, membutuhkan sumber daya yang kuat dan berkelanjutan. Energi ini digunakan untuk menghidupkan dan mendinginkan ruangan dan perkantoran, serta untuk motor listrik seperti pompa air dan AC, serta untuk peralatan elektronik di perkantoran dan lainnya. Sangat umum digunakan selama operasi. Sumber daya listrik dilengkapi dengan sumber daya utama, Perusahaan Listrik Negara (PLN), yang memproduksi 197 KVA. Dengan menggunakan genset sebagai sumber daya cadangan (sekunder), Anda dapat mencegah kegagalan sumber daya utama. mengandung satu unit genset. Dengan daya 325KV. Jika ada sumber listrik darurat, diharapkan semua bagian properti yang membutuhkan listrik dapat digerakkan agar semua fitur di dalamnya yang membutuhkan listrik dapat beroperasi. Akibatnya, penggunaan dan pemeliharaan genset harus benar-benar memenuhi syarat.

Menghasilkan peralatan listrik yang andal dan berfungsi sehingga sistem suplai listrik terisi sesuai standar adalah tugas utama perawatan listrik. Sebagai otoritas, pemerintah memberikan instruksi kepada Direktorat Jenderal Perhubungan

Udara mengenai pemeliharaan dan pelaporan peralatan avionik dan kelistrikan (SKEP No. 157/IX/03), yang menyatakan bahwa peralatan tersebut jarang rusak pada tingkat pelayanan lebih dari 95% berdasarkan kondisi lapangan, terutama terkait dengan perawatan kelistrikan terkait dengan teknik perawatan rutin genset. Peralatan tersebut harus dirawat dengan benar sesuai dengan panduan peralatan.

2.3 Manajemen Pemeliharaan Peralatan

Manajemen pemeliharaan adalah proses perencanaan, pengorganisasian, penerapan dan pemantauan semua kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk memastikan bahwa aset fisik atau sistem tetap dapat diandalkan, tersedia, dan tahan lama secara optimal. Kegiatan manajemen perawatan meliputi perawatan dasar, perbaikan, penggantian suku cadang yang rusak, dan perawatan preventif untuk mencegah malfungsi atau kerusakan yang dapat mengganggu operasi.

2.3.1 Tujuan Pemeliharaan

Tujuan Pemeliharaan Perangkat berdasarkan Nomor: SKEP/157/IX/2003:

1. Mencegah perangkat bekerja tidak berfungsi sesuai standar.
2. Untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan pada saat alat beroperasi
3. Mencegah kerusakan peralatan yang serius.
4. Memastikan ketersediaan perangkat (availability).
5. Memastikan keamanan operasional peralatan.
6. Mean Time Between Failures (MTBF).
7. Mengurangi time to repair atau half time to repair (MTTR).
- 8 Memperpanjang umur peralatan.
9. Mengurangi biaya perbaikan.

10. Meningkatkan dukungan keamanan secara langsung dan tidak langsung

2.3.2. Jenis – Jenis Pemeliharaan

1. Pemeliharaan preventif

Yaitu kegiatan pemeliharaan yang dapat direncanakan jauh-jauh hari. Tujuan pemeliharaan ini adalah untuk menjaga efisiensi atau kapasitas peralatan. Dilakukan harian, mingguan, bulanan, tahunan, dst.

2. Pemeliharaan Perbaikan (*Korektif*)

Pemeliharaan perbaikan (korektif) bertujuan untuk mengembalikan peralatan yang rusak ke keadaan normal, yang pengoperasiannya meliputi:

- a) Analisis kerusakan perangkat.
- b) Pemasangan perangkat keras.
- c) Penggantian komponen/modul/suku cadang/unit.
- d) Perbaikan perangkat lunak modul/bagian/unit/perangka t keras.
- e) mengganti peralatan..

3. Pemeliharaan Tidak Terencana

Yaitu pemeliharaan untuk menginvestigasi kerusakan peralatan atau bangunan yang tiba-tiba dan tidak terduga. Layanan ini dilaksanakan dalam keadaan darurat untuk menghindari konsekuensi yang lebih serius.

2.4 Apa itu genset

Genset adalah singkatan dari "generator set," yang merupakan perangkat atau sistem yang digunakan untuk menghasilkan listrik secara mandiri. Genset terdiri dari dua komponen utama: mesin pembakaran internal (biasanya mesin diesel atau mesin bensin) dan generator listrik.

Mesin pembakaran internal berfungsi sebagai sumber daya primer dalam genset. Mesin ini menggunakan bahan bakar (diesel, bensin, atau bahan bakar lainnya) yang dibakar dalam ruang pembakaran internal untuk menghasilkan tenaga mekanik. Mesin tersebut kemudian ditautkan dengan generator listrik.

Generator listrik, juga dikenal sebagai alternator, bertugas mengubah energi mekanik yang dihasilkan oleh mesin menjadi energi listrik. Ketika mesin berputar, rotor dalam generator menghasilkan medan magnet, sementara stator menghasilkan tegangan listrik melalui pergerakan medan magnet yang berubah-ubah. Hasilnya adalah arus listrik bolak-balik yang dapat digunakan untuk menyediakan daya listrik bagi peralatan atau sistem yang terhubung ke genset.

Genset sering digunakan dalam berbagai situasi di mana pasokan listrik utama tidak tersedia, seperti dalam keadaan darurat atau pada lokasi terpencil. Beberapa contoh penggunaan genset termasuk:

- Pasokan listrik darurat: Genset digunakan sebagai sumber daya cadangan saat terjadi pemadaman listrik, memastikan kelangsungan operasional yang tidak terganggu di tempat seperti rumah sakit, pusat data, atau fasilitas kritis lainnya.
- Konstruksi atau lokasi terpencil: Genset digunakan sebagai sumber daya utama untuk menyediakan listrik saat bekerja di lokasi yang belum memiliki pasokan listrik permanen, seperti proyek konstruksi atau acara di luar ruangan.

- Industri dan komersial: Genset digunakan di industri atau bisnis yang membutuhkan pasokan listrik yang andal dan stabil, seperti pabrik, pertambangan, hotel, restoran, dan pusat perbelanjaan.

Genset hadir dalam berbagai ukuran dan kapasitas, mulai dari genset portabel kecil yang digunakan untuk keperluan sementara hingga genset industri besar yang mampu menyediakan daya listrik bagi seluruh bangunan atau fasilitas. Ukuran dan kemampuan genset dipilih berdasarkan kebutuhan daya listrik yang diinginkan dan beban listrik yang akan disuplai oleh genset tersebut.

2.5 Generator Set dan Bagian-Bagian Generator Set.

Arus bolak-balik (AC) lebih banyak digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti penerangan rumah, industri manufaktur dan penggunaan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka dibuatlah sebuah generator yang salah satunya disebut generator set (genset). Ini adalah kombinasi dari mesin dan generator untuk menghasilkan listrik, dan generator dapat menjalankan mesin yang berbeda sesuai kebutuhan. Serta mesin bensin, mesin diesel, mesin gas dan mesin turbin. Pada dasarnya, mesin memutar generator yang terbuat dari seikat kawat tembaga. Hasil dari rotasi ini menciptakan medan magnet.

yang menghasilkan arus listrik bila diputar secara kontinyu dengan kecepatan konstan dan kecepatan konstan. Secara teknis, generator adalah mesin modern yang menggunakan medan induksi elektromagnetik untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Seperti yang telah disebutkan di atas, mesin genset menggunakan berbagai jenis mesin antara lain mesin bensin, mesin diesel, mesin gas, dan mesin turbin. Genset bensin biasa digunakan untuk keperluan rumah tangga sedangkan genset diesel dan gas biasa digunakan untuk keperluan industri. Genset terpasang dengan total output 325 KVA dengan daya sebesar 325,000 watt dengan menggunakan mesin diesel.

1. Stator

stator adalah bagian stasioner dari generator yang mengubah garis-garis gaya magnet menjadi sumber tegangan. Di dalam stator terdapat kumparan penghantar yang disusun menurut aturan nomor kumparan, pitch kumparan dan perbedaan sudut antar fasa untuk menciptakan sudut tegangan 3 fasa 120 derajat. . ke tahap kedua. Performa dan kualitas generator juga ditentukan oleh bahan inti besi dan tembaga yang digunakan serta ketahanan isolasi termal yang mengalir.

2. Rotor

Rotor adalah elemen yang berputar, rotor memiliki kutub magnet tempat kumparan konduktor dijmpangkan oleh arus searah. Ada dua jenis kutub magnet rotor: Rotor kutub yang menonjol digunakan pada generator kecepatan rendah dan sedang, sedangkan rotor kutub naik atau rotor silinder digunakan pada generator turbo atau generator kecepatan tinggi. Medan DC diterapkan ke belitan medan rotor untuk menghasilkan arus. Arus searah dialirkkan melalui cincin ke rotor. Saat rotor berputar, fluks magnet DC memotong kabel stator dan menciptakan gaya gerak listrik. Gulungan searah dari struktur medan putar dihubungkan ke sumber eksternal melalui cincin selip atau sikat.

3. Perekat

Exciter adalah bagian dari generator yang menghasilkan tegangan untuk menggerakkan rotor membentuk kutub. Exciter ini terdiri dari exciter stator dan exciter rotor. Exciter stator ditenagai oleh AVR (Automatic Voltage Regulator) sedangkan exciter rotor menghasilkan tegangan arus kutub rotor. 4. Regulator Tegangan Otomatis (AVR) AVR merupakan bagian dari alternator yang menggunakan prinsip umpan balik untuk mengatur, memantau dan mengontrol tegangan yang berasal dari stator. Ini mengontrol output untuk mengontrol input sehingga tegangan output dan referensi seimbang. Tegangan, agar tegangan generator selalu konstan pada level beban yang berbeda.

5. Penggerak utama

Mesin diesel adalah mesin pembakaran dalam atau disebut mesin pembakaran dalam karena adanya pemulihan energi termal (panas). Untuk menghasilkan listrik, mesin diesel dihubungkan dengan generator melalui sebuah poros, atau poros mesin diesel dihubungkan dengan poros generator, dimana mesin diesel berperan sebagai sumber tenaga atau alat penggerak untuk memutar rotor generator.

2.6 Regulasi Yang dipakai

Regulasi adalah seperangkat aturan, praktik, atau undang-undang yang digunakan oleh pemerintah atau otoritas lain untuk mengatur dan mengontrol perilaku individu, organisasi, atau sektor masyarakat tertentu. Tujuan regulasi adalah untuk mencapai berbagai hasil yang diinginkan seperti perlindungan konsumen, keamanan publik, keadilan sosial, efisiensi ekonomi, perlindungan lingkungan, dll. 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan dan juga Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara (SKEP) No. 157 Tahun 2003. Dari Perppu No. Tentang Ketenagalistrikan Pasal 30 Tahun 2009 disebutkan kapasitas sampai dengan 25 KVA merupakan laporan tahunan yang menghasilkan tenaga listrik untuk digunakan sendiri. Untuk kapasitas 25-200 KVA, harus ada surat keterangan terdaftar dari Departemen Energi dan Sumber Daya Alam yang berlaku sampai dengan genset rusak. Untuk kapasitas lebih besar dari 200 KVA, diperlukan izin dari Departemen ESDM yang berlaku selama lima tahun. Untuk genset dengan produksi lebih dari 200 KVA, berlaku aturan penggunaan genset yang menjanjikan (generator set). Hasil evaluasi instalasi elektronik dan listrik tersebut pada poin 1 dibagi menjadi 3 kelompok sebagai berikut:

1. Kelompok peralatan yang sangat sering mengalami kerusakan atau gangguan dengan nilai ketersediaan di bawah 70%;
2. kelompok peralatan yang sering mengalami kerusakan atau gangguan dengan nilai ketersediaan di bawah 95%;
3. Kelompok eralatan yang jarang mengalami kerusakan atau gangguan dengan nilai ketersediaan di bawah 95 %.

Setiap teknisi bertanggung jawab untuk mengevaluasi program pemeliharaan yang telah dilaksanakan untuk memastikan bahwa kinerja peralatan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan dan bahwa tujuan yang ditetapkan telah tercapai. Pemeliharaan pencegahan terjadwal, juga dikenal sebagai pemeliharaan berkala, mencakup pemeliharaan yang dilakukan setiap hari, setiap minggu, dan setiap bulan. Namun, kinerja genset adalah hasil kerja yang mencakup kesiapan operasional genset. Perhitungan yang harus dilakukan untuk mengetahui kinerja generator set (genset) sesuai dengan pedoman Surat Keputusan (SKEP) Direktorat Jenderal Perhubungan Udara No.157 Tahun 2003.

1. Specified Operating Time (SOT)

Spesified Operating Time (SOT) adalah spesifik waktu untuk mengukur total waktu pemeliharaan genset dalam keadaan siaga beroperasi dalam jangka waktu satu tahun. Maka dapat dihitung dalam persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$\text{SOT} = \mathbf{A} \times \mathbf{B} \dots \quad (2.1)$$

Dimana, A = Total Waktu Genset Siaga Beroperasi

B = Jumlah Hari Dalam 1 Tahun

2. Actual Operating Time (AOT)

Waktu Aktif Aktual adalah waktu yang diperlukan untuk menghitung tingkat ketersediaan genset sebagai sumber energi cadangan dengan menghitung pemeliharaan genset terjadwal dan tidak terjadwal untuk menentukan operasi aktual genset dan umumnya Maintenance tidak terjadwal. Pengaturan waktu dirancang sedemikian rupa sehingga generator selalu siap jika terjadi keadaan darurat. dalam keadaan siaga apabila digunakan dalam keadaan darurat sewaktu-waktu. Maka dari itu AOT dihitung dalam persamaan 2.2 sebagai berikut :

Dimana, SOT = Spesified Operating Time

S = Total Waktu Pemeliharaan Berjadwal Dalam 1 Tahun

T = Total Waktu Pemeliharaan Tidak Berjadwal Dalam 1 Tahun

3. Mean Time Between Failures (MTBF)

Waktu rata-rata antara kerusakan dan juga waktu operasi untuk mengukur kinerja dengan menghitung jumlah kegagalan dan jumlah waktu aktual kinerja peralatan. Dan ditulis dalam persamaan 2.3 sebagai berikut :

$$MTBF = \frac{AOT}{Jumlah Kegagalan Dalam 1 Tahun} \dots \dots \dots (2.3)$$

4. Kehandalan (*Reliability*)

Tingkat keandalan generator mengukur sejauh mana suatu sistem atau perangkat dapat beroperasi tanpa kegagalan atau gangguan selama jangka waktu tertentu. Tingkat keandalan generator diukur dengan persamaan untuk mencari nilai kehandalan ditulis dalam persamaan 2.4 sebagai berikut.

5. Ketersediaan (*Availability*)

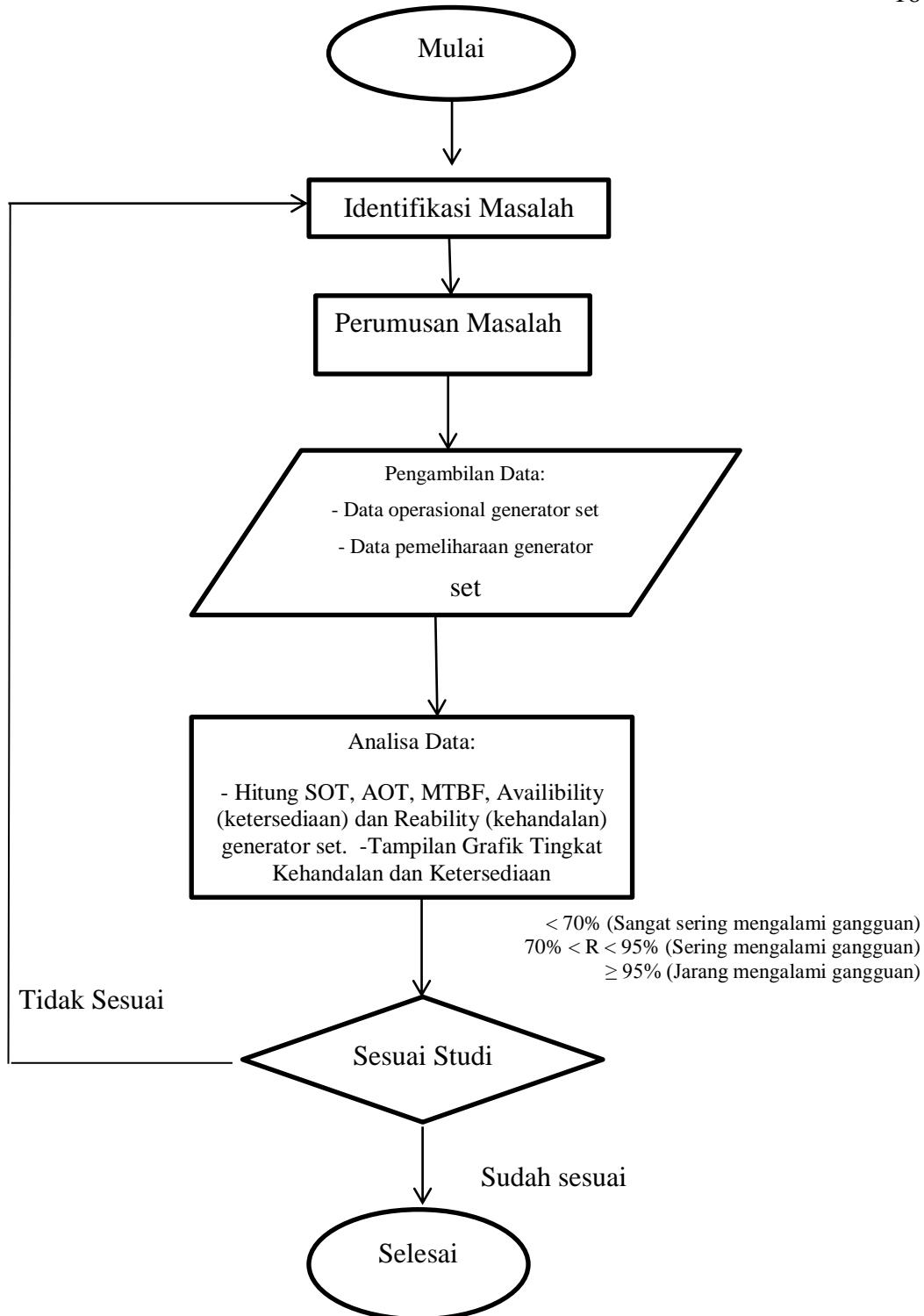
ketersediaan atau (availability) digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu sistem atau perangkat dapat beroperasi pada saat dibutuhkan tanpa gangguan atau kegagalan. Ini adalah metrik yang menjelaskan seberapa sering perangkat atau sistem tersedia. Tingkat ketersediaan biasanya dihitung dengan membandingkan waktu perangkat atau sistem tersedia dengan total waktu penggunaan yang diharapkan atau diinginkan. maka dari itu Persamaan untuk mencari nilai kehandalan ditulis dalam persamaan 2.5 sebagai berikut.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1.Prosedur Penelitian

Proses penelitian terdiri dari perumusan pertanyaan penelitian, perencanaan penelitian, pengumpulan data, analisis data, dan penyampaian hasil dan kesimpulan. Ini terdiri dari serangkaian langkah yang diambil untuk mendapatkan data dan informasi yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian atau menguji hipotesis. Penelitian merupakan bagian penting dari kemajuan ilmu pengetahuan dan pemahaman manusia. Proses penelitian (kuantitatif) yang sistematis berarti bahwa penelitian dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah tertentu yang bersifat logis dan rasional bersama dengan data yang objektif, valid, dan dapat diandalkan. Melalui prosedur penelitian yang terstruktur dan sistematis, penelitian dapat menjawab pertanyaan yang belum terpecahkan, menguji hipotesis, dan mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang dunia. Dalam dunia penelitian, memiliki alur diagram yang jelas dan terstruktur sangat penting untuk mencapai hasil yang akurat dan valid. Alur diagram penelitian adalah gambaran visual tentang langkah-langkah yang harus diikuti dalam proses penelitian, mulai dari identifikasi masalah hingga pelaporan hasil. Dalam esai ini, akan dijelaskan pentingnya alur diagram penelitian, komponen yang umumnya terdapat dalam alur tersebut, dan manfaat yang dapat diperoleh dari mengikuti alur diagram penelitian. Maka hasil dari diagram alur penelitian ini ialah :



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3.2. Pelaksanaan Penelitian

Melakukan penelitian ini melibatkan beberapa langkah, termasuk:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan pencarian rujukan yang berhubungan dengan kajian perawatan dan pencegahan pada perangkat genset pada jurnal ilmiah dan artikel – artikel yang berkaitan langsung dengan topik yang mengenai tentang generator set dan juga perawatan tentang generator set tersebut.

2. Studi Lapangan.

Studi lapangan merupakan studi yang di lakukan untuk pengumpulan data langsung dari lokasi atau tempat yang menjadi fokus penelitian dan kegiatan yang dilakukan ketika penerlitian ialah observasi, wawancara, pengumpulan serta pengambilan catatan yang berada di lapangan, dan penelitian tersebut dilaksanakan di Hotel Fve Zainul Arifin yang berada di Jl. Kyai Haji No.15-17, RT.5/RW.1, Petojo Utara, Kecamatan Gambir, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10130.

3. Perhitungan dan pengolahan data

Informasi tentang perlengkapan genset, perhitungan tingkat ketersediaan, dan informasi tentang penggunaan dan kerusakan register genset diperlukan untuk menentukan tingkat ketersediaan operasional genset. Semua informasi berikut dicatat: H operasi yang dialokasikan (SOT), jumlah total pemadaman (T), jumlah genset yang tidak digunakan untuk pemeliharaan rutin atau terjadwal karena pekerjaan pemeliharaan (S), dan total waktu pemeliharaan untuk masing-masing genset. Nilai Waktu Aktif Aktual (AOT) untuk setiap generator diperoleh dengan mengurangi Total Waktu Aktif dari nilai SOT. Data SOT dan AOT diperlukan untuk menentukan tingkat ketersediaan genset secara pribadi dan untuk menghitung tingkat ketersediaan genset sebagai sumber energi cadangan. Nilai $AOT = SOT - (S+T)$, yang menunjukkan jumlah kerusakan yang diperlukan untuk menghitung Mean Time to Failure (MTBF) untuk masing-

masing generator. Tingkat keandalan dapat dihitung dengan mengetahui nilai MTBF dan total waktu kegagalan (T). Nilai ketersediaan dan keandalan masing-masing pembangkit akan dibandingkan dengan kelompok peralatan, seperti yang diatur dalam Pasal SKEP/157/IX/03. Anda dapat menentukan seberapa efektif generator yang tersedia dengan mengetahui keandalan dan ketersediaannya.

4. Kesimpulan dan Proposal

Setelah pengumpulan data, kesimpulan ditarik dan saran yang lebih baik dibuat untuk meningkatkan penggunaan energi lebih lanjut.

3.3.Data-Data Yang Diperlukan

Adapun data-data yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data operasional generator set.

Data operasional ini merupakan ialah data yang dikumpulkan dan digunakan dalam pengoperasian selama genset tersebut beroperasional, data operasional digunakan untuk memantau dan mengelola operasi sehari-hari, mendukung pengambilan keputusan yang cepat, memastikan ketersediaan genset tersebut.

2. Data pemeliharaan berkala generator set.

Data pemeliharaan ini merupakan data yang diamati dalam proses yang berkaitan dengan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin, dan data yang diambil ialah meliputi jadwal pemeliharaan, aktivitas pemeliharaan dan riwayat pemeliharaan yang dilakukan pada generator set.

3.4.Data Peralatan Generator Set (genset)

Satu unit Generator set (genset) yang dimiliki oleh perusahaan beroperasi siaga 24 H sejak tahun 2015 sampai sekarang, sebagai catu daya cadangan terhadap keseluruhan beban listrik

BAB 4

DATA YANG DIBUTUHKAN

4.1 Perhitungan Kinerja Generator Set (Genset)

Perhitungan kinerja dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai perhitungan dan cara yang relevan tergantung pada konteksnya. Di bawah ini adalah cara yang dalam perhitungan kinerja generator set :

a. Specified Operating Time (SOT)

Spesified Operating Time (SOT) adalah spesifik waktu untuk mengukur total waktu pemeliharaan genset dalam keadaan siaga beroperasi dalam jangka waktu satu tahun. Maka dapat dihitung dalam persamaan 2.1 sebagai berikut H operasional (periode 2016-2020) selama 24 H per harinya. Perhitungan SOT Genset ditunjukkan pada Tabel

Dimana, A = Total Waktu Genset Siaga Beroperasi

B = Jumlah Hari Dalam 1 Tahun

Tabel 1. Perhitungan SOT Genset 2016

Tahun 2016		
Bulan	Bulan Perhitungan SOT	SOT (Jam)
Januari	SOT Januari 24 x 31	744
Februari	SOT Februari 24 X 29	696
Maret	SOT Maret 24 x 31	744
April	SOT April 24 x 30	720
Mei	SOT Mei 24 x 31	744
Juni	SOT Juni 24 x 30	720
Juli	SOT Juli 24 x 31	744

Agustus	SOT Agustus 24 x 31	744
September	SOT September 24 x 30	720
Oktober	SOT Oktober 24 x 31	744
November	SOT November 24 x 30	720
Desember	SOT Desember 24 x 31	744
Total		8784

Tabel 2 Perhitungan SOT Genset 2017

Tahun 2017		
Bulan	Bulan Perhitungan SOT	SOT (Jam)
Januari	SOT Januari 24 x 31	744
Februari	SOT Februari 24 X 28	672
Maret	SOT Maret 24 x 31	744
April	SOT April 24 x 30	720
Mei	SOT Mei 24 x 31	744
Juni	SOT Juni 24 x 30	720
Juli	SOT Juli 24 x 31	744
Agustus	SOT Agustus 24 x 31	744
September	SOT September 24 x 30	720
Oktober	SOT Oktober 24 x 31	744
November	SOT November 24 x 30	720
Desember	SOT Desember 24 x 31	744
Total		8760

Tabel 3. Tabel Perhitungan SOT Genset 2018

Tahun 2018		
Bulan	Bulan Perhitungan SOT	SOT (Jam)
Januari	SOT Januari 24 x 31	744
Februari	SOT Februari 24 X 28	672
Maret	SOT Maret 24 x 31	744
April	SOT April 24 x 30	720
Mei	SOT Mei 24 x 31	744
Juni	SOT Juni 24 x 30	720
Juli	SOT Juli 24 x 31	744
Agustus	SOT Agustus 24 x 31	744
September	SOT September 24 x 30	720
Oktober	SOT Oktober 24 x 31	744
November	SOT November 24 x 30	720
Desember	SOT Desember 24 x 31	744
Total		8760

Tabel 4. Pelrhitungan SOT Genset 2019

Tahun 2019		
Bulan	Bulan Perhitungan SOT	SOT (Jam)
Januari	SOT Januari 24 x 31	744
Februari	SOT Februari 24 X 28	672
Maret	SOT Maret 24 x 31	744

April	SOT April 24 x 30	720
Mei	SOT Mei 24 x 31	744
Juni	SOT Juni 24 x 30	720
Juli	SOT Juli 24 x 31	744
Agustus	SOT Agustus 24 x 31	744
September	SOT September 24 x 30	720
Oktober	SOT Oktober 24 x 31	744
November	SOT November 24 x 30	720
Desember	SOT Desember 24 x 31	744
Total		8760

Tabel 5. Perhitungan SOT Genset 2020

Tahun 2020		
Bulan	Bulan Perhitungan SOT	SOT (Jam)
Januari	SOT Januari 24 x 31	744
Februari	SOT Februari 24 X 29	696
Maret	SOT Maret 24 x 31	744
April	SOT April 24 x 30	720
Mei	SOT Mei 24 x 31	744
Juni	SOT Juni 24 x 30	720
Juli	SOT Juli 24 x 31	744
Agustus	SOT Agustus 24 x 31	744
September	SOT September 24 x 30	720
Oktober	SOT Oktober 24 x 31	744

November	SOT November 24 x 30	720
Desember	SOT Desember 24 x 31	744
Total		8784

b. Shutdown Time Period (S)

Genset (generator) tidak digunakan untuk perawatan rutin/terjadwal yang dilakukan oleh teknisi perawatan preventif. Perawatan rutin membutuhkan waktu rata-rata 30 menit per bulan atau total 4 H per bulan (48 H/tahun).

c. Total Waktu Kerusakan (T) dan Jumlah Kerusakan

Total waktu kerusakan adalah jumlah waktu peralatan tidak beroperasi karena mengalami kerusakan dan karena perawatan yang maksimal ditunjukkan oleh tabel.

Tabel 6. Data Total Waktu Kerusakan dan Jumlah Waktu peralatan tidak beroperasi.

Tahun	Bulan												T Rusak (Jam)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
2016	1									2			3
2017			1			1						2	4
2018				1					2				3
2019	1										2		3
2020					1							1	2

d. Actual Operating Time (AOT)

Actual Operating Time (AOT) atau waktu aktual operasi ialah waktu diperlukan untuk menghitung tingkat ketersediaan Genset sebagai catu daya cadangan dengan menghitung pemeliharaan berjurnal dan tidak berjadwal genset untuk mengetahui waktu aktual genset tersebut beroperasi dan biasanya waktu pemeliharaan tidak berjadwal dilakukan agar genset tetap dalam keadaan siaga

apabila digunakan dalam keadaan darurat sewaktu-waktu. Maka dari itu AOT dihitung dalam persamaan 2.2 sebagai berikut :

Dimana, SOT = Spesified Operating Time

S = Total Waktu Pemeliharaan Berjadwal Dalam 1 Tahun

T = Total Waktu Pemeliharaan Tidak Berjadwal Dalam 1 Tahun

1. Perhitungan AOT genset pada tahun 2016.

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Januari

Berjadwal (S) = 4 H

Tidak berjadwal (T) = 0 H

Total peralatan tidak beroperasi = 4 H

Maka, AOT (Januari) = 744 - (4+ 0)

AOT (Januari) = 744 - 4

AOT (Januari) = 740 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Februari

Berjadwal (S) = 4 H

Tidak berjadwal (T) = 1 H

Total peralatan tidak beroperasi = 5 H

Maka, AOT (Februari) = 696 – (4+1)

$$\text{AOT (Februar)} = 696 - 5$$

AOT (Februar) = 691 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Maret

Berjadwal (S) = 4 H

Tidak berjadwal (T) = 0 H

Total peralatan tidak beroperasi = 4 H

Maka, AOT (Maret) = 744 - (4+ 0)

$$\text{AOT (Maret)} = 744 - 4$$

AOT (Maret) = 740 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan April

$$\text{Pemeliharaan berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Pemeliharaan tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H}$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \quad +$$

$$\text{Maka, AOT (April)} = 720 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (April)} = 720 - 4$$

$$\text{AOT (April)} = 716 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Mei

$$\text{Berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Tidak berjadwal (T)} = 1 \text{ H}$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 5 \text{ H} \quad +$$

$$\text{Maka, AOT (Mei)} = 744 - (4+ 1)$$

$$\text{AOT (Mei)} = 744 - 5$$

$$\text{AOT (Mei)} = 739 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Juni

$$\text{berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H}$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \quad +$$

$$\text{Maka, AOT (Juni)} = 720 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (Juni)} = 720 - 4$$

$$\text{AOT (Juni)} = 716 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Juli

$$\text{Berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H}$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \quad +$$

$$\text{Maka, AOT (Juli)} = 744 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (Juli)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Juli)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Agustus

$$\text{Berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Tidak berjadwal (T)} = 1 \text{ H}$$

$$\hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 5 \text{ H} \quad +$$

$$\text{Maka, AOT (Agustus)} = 744 - (4+ 1)$$

$$\text{AOT (Agustus)} = 744 - 5$$

$$\text{AOT (Agustus)} = 739 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan September

$$\text{Berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H}$$

$$\hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \quad +$$

$$\text{Maka, AOT (September)} = 720 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (September)} = 720 - 4$$

$$\text{AOT (September)} = 716 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Oktober

$$\text{Berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H}$$

$$\hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \quad +$$

$$\text{Maka, AOT (Oktober)} = 744 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (Oktober)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Oktober)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan November

$$\text{Pemeliharaan berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Pemeliharaan tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H}$$

$$\hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \quad +$$

$$\text{Maka, AOT (November)} = 720 - (4+0)$$

$$\text{AOT (November)} = 720 - 4$$

$$\text{AOT (November)} = 716 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Desember

$$\text{Berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Tidak berjadwal (T)} = 1 \text{ H}$$

$$\begin{array}{r} \hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 5 \text{ H} \\ + \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (Desember)} = 744 - (4+1)$$

$$\text{AOT (Desember)} = 744 - 5$$

$$\text{AOT (Desember)} = 739 \text{ H}$$

2. Perhitungan AOT genset pada tahun 2017.

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Januari

$$\text{Berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H}$$

$$\begin{array}{r} \hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \\ + \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (Januari)} = 744 - (4+0)$$

$$\text{AOT (Januari)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Januari)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Februari

$$\text{Berjadwal (S)} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H}$$

$$\begin{array}{r} \hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \\ + \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (Februari)} = 672 - (4+0)$$

$$\text{AOT (Februari)} = 672 - 4$$

$$\text{AOT (Februari)} = 668 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Maret

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjedwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjedwal (T)} & = 1 \text{ H} \\
 \hline
 \end{array} +$$

Total peralatan tidak beroperasi = 5 H

Maka, AOT (Maret) = $744 - (4+1)$

AOT (Maret) = $744 - 5$

AOT (Maret) = 739 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan April

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjedwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjedwal (T)} & = 0 \text{ H} \\
 \hline
 \end{array} +$$

Total peralatan tidak beroperasi = 4 H

Maka, AOT (April) = $720 - (4+0)$

AOT (April) = $720 - 4$

AOT (April) = 716 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Mei

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjedwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjedwal (T)} & = 0 \text{ H} \\
 \hline
 \end{array} +$$

Total peralatan tidak beroperasi = 4 H

Maka, AOT (Mei) = $744 - (4+0)$

AOT (Mei) = $744 - 4$

AOT (Mei) = 740 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Juni

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjedwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjedwal (T)} & = 0 \text{ H} \\
 \hline
 \end{array} +$$

Total peralatan tidak beroperasi = 4 H

Maka, AOT (Juni) = $720 - (4+0)$

AOT (Juni) = $720 - 4$

AOT (Juni) = 716 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Juli

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjedwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjedwal (T)} & = 1 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 5 \text{ H} & +
 \end{array}$$

Maka, AOT (Juli) = $744 - (4 + 1)$
AOT (Juli) = $744 - 5$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Agustus

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjedwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjedwal (T)} & = 0 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} & +
 \end{array}$$

Maka, AOT (Agustus) = $744 - (4 + 0)$
AOT (Agustus) = $744 - 4$
AOT (Agustus) = 740 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan September

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjedwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjedwal (T)} & = 0 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} & +
 \end{array}$$

Maka, AOT (September) = $720 - (4 + 0)$
AOT (September) = $720 - 4$
AOT (September) = 716 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Oktober

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjedwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjedwal (T)} & = 0 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} & +
 \end{array}$$

Maka, AOT (Oktober) = $744 - (4 + 0)$
AOT (Oktober) = $744 - 4$
AOT (Oktober) = 740 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan November

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjadwal (T)} & = 1 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 5 \text{ H} & + \\
 \end{array}$$

Maka, AOT (November) = $720 - (4+1)$
AOT (November) = $720 - 5$
AOT (November) = 715 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Desember

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 0 \text{ H} & + \\
 \end{array}$$

Maka, AOT (Desember) = $744 - (4+0)$
AOT (Desember) = $744 - 4$
AOT (Desember) = 740 H

3. Perhitungan AOT genset pada tahun 2018

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Januari

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjadwal (T)} & = 1 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 5 \text{ H} & + \\
 \end{array}$$

Maka, AOT (Januari) = $744 - (4+1)$
AOT (Januari) = $744 - 5$
AOT (Januari) = 739 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Februari

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} & + \\
 \end{array}$$

Maka, AOT (Februari) = $672 - (4+0)$
AOT (Februari) = $672 - 4$

$$\text{AOT (Februari)} = 668 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Maret

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} \\ + \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (Maret)} = 744 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (Maret)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Maret)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan April

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} \\ + \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (April)} = 720 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (April)} = 720 - 4$$

$$\text{AOT (April)} = 716 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Mei

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} \\ + \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (Mei)} = 744 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (Mei)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Mei)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Juni

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Tidak berjadwal (T)} & = 1 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 5 \text{ H} \\ + \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (Juni)} = 720 - (4+ 1)$$

$$\text{AOT (Juni)} = 720 - 5$$

$$\text{AOT (Juni)} = 715 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Juli

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} \\ + & & \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (Juli)} = 744 - (4 + 0)$$

$$\text{AOT (Juli)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Juli)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Agustus

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} \\ + & & \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (Agustus)} = 744 - (4 + 0)$$

$$\text{AOT (Agustus)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Agustus)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan September

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} \\ + & & \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (September)} = 720 - (4 + 0)$$

$$\text{AOT (September)} = 720 - 4$$

$$\text{AOT (September)} = 716 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Oktober

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Tidak berjadwal (T)} & = 1 \text{ H} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 5 \text{ H} \\ + & & \end{array}$$

$$\text{Maka, AOT (Oktober)} = 744 - (4+1)$$

$$\text{AOT (Oktober)} = 744 - 5$$

$$\text{AOT (Oktober)} = 739 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan November

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Maka, AOT (November)} = 720 - (4+0)$$

$$\text{AOT (November)} = 720 - 4$$

$$\text{AOT (November)} = 716 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Desember

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Maka, AOT (Desember)} = 744 - (4+0)$$

$$\text{AOT (Desember)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Desember)} = 740 \text{ H}$$

4. Perhitungan AOT genset pada tahun 2019

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Januari

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Maka, AOT (Januari)} = 744 - (4+0)$$

$$\text{AOT (Januari)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Januari)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Februari

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\begin{array}{r} \text{Tidak berjadwal (T)} = 1 \text{ H} \\ \hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 5 \text{ H} \end{array} +$$

Maka, AOT (Februari) = $672 - (4+1)$

AOT (Februari) = $672 - 5$

AOT (Februari) = 667 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Maret

Berjadwal (S) = 4 H

$$\begin{array}{r} \text{Tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H} \\ \hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \end{array} +$$

Maka, AOT (Maret) = $744 - (4+0)$

AOT (Maret) = $744 - 4$

AOT (Maret) = 740 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan April

Berjadwal (S) = 4 H

$$\begin{array}{r} \text{Tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H} \\ \hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \end{array} +$$

Maka, AOT (April) = $720 - (4+0)$

AOT (April) = $720 - 4$

AOT (April) = 716 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Mei

Berjadwal (S) = 4 H

$$\begin{array}{r} \text{Tidak berjadwal (T)} = 0 \text{ H} \\ \hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \end{array} +$$

Maka, AOT (Mei) = $744 - (4+0)$

AOT (Mei) = $744 - 4$

AOT (Mei) = 740 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Juni

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} & +
 \end{array}$$

Maka, AOT (Juni) = $720 - (4 + 0)$
AOT (Juni) = $720 - 4$
AOT (Juni) = 716 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Juli

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjadwal (T)} & = 1 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 5 \text{ H} & +
 \end{array}$$

Maka, AOT (Juli) = $744 - (4 + 1)$
AOT (Juli) = $744 - 5$
AOT (Juli) = 739 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Agustus

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 4 \text{ H} & +
 \end{array}$$

Maka, AOT (Agustus) = $744 - (4 + 0)$
AOT (Agustus) = $744 - 4$
AOT (Agustus) = 740 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan September

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\
 \text{Tidak berjadwal (T)} & = 1 \text{ H} \\
 \hline
 \text{Total peralatan tidak beroperasi} & = 5 \text{ H} & +
 \end{array}$$

Maka, AOT (September) = $720 - (4 + 1)$
AOT (September) = $720 - 5$
AOT (September) = 715 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Oktober

Berjadwal (S) = 4 H

Tidak berjadwal (T) = 0 H

$$\begin{array}{r} \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 5 \text{ H} \\ + \end{array}$$

Maka, AOT (Oktober) = $744 - (4+0)$

AOT (Oktober) = $744 - 4$

AOT (Oktober) = 740 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan November

Berjadwal (S) = 4 H

Tidak berjadwal (T) = 0 H

$$\begin{array}{r} \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \\ + \end{array}$$

Maka, AOT (November) = $720 - (4+0)$

AOT (November) = $720 - 4$

AOT (November) = 716 H

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Desember

Berjadwal (S) = 4 H

Tidak berjadwal (T) = 0 H

$$\begin{array}{r} \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H} \\ + \end{array}$$

Maka, AOT (Desember) = $744 - (4+0)$

AOT (Desember) = $744 - 4$

AOT (Desember) = 740 H

5. Perhitungan AOT genset pada tahun 2020

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Januari

Berjadwal (S) = 4 H

Tidak berjadwal (T) = 1 H

$$\begin{array}{r} \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 5 \text{ H} \\ + \end{array}$$

Maka, AOT (Januari) = $744 - (4+1)$

$$\text{AOT (Januari)} = 744 - 5$$

$$\text{AOT (Januari)} = 739 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Februari

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array}$$

$$\hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

+

$$\text{Maka, AOT (Februari)} = 696 - (4+0)$$

$$\text{AOT (Februari)} = 696 - 4$$

$$\text{AOT (Februari)} = 692 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Maret

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array}$$

$$\hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

+

$$\text{Maka, AOT (Maret)} = 744 - (4+0)$$

$$\text{AOT (Maret)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Maret)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan April

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array}$$

$$\hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

+

$$\text{Maka, AOT (April)} = 720 - (4+0)$$

$$\text{AOT (April)} = 720 - 4$$

$$\text{AOT (April)} = 716 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Mei

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 1 \text{ H} \end{array}$$

$$\hline \text{Total peralatan tidak beroperasi} = 5 \text{ H}$$

+

$$\text{Maka, AOT (Mei)} = 744 - (4+ 1)$$

$$\text{AOT (Mei)} = 744 - 5$$

$$\text{AOT (Mei)} = 739 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Juni

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Maka, AOT (Juni)} = 720 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (Juni)} = 720 - 4$$

$$\text{AOT (Juni)} = 716 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Juli

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Maka, AOT (Juli)} = 744 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (Juli)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Juli)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Agustus

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Maka, AOT (Agustus)} = 744 - (4+ 0)$$

$$\text{AOT (Agustus)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Agustus)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan September

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & = 0 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Maka, AOT (September)} = 720 - (4 + 0)$$

$$\text{AOT (September)} = 720 - 4$$

$$\text{AOT (September)} = 716 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Oktober

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & & = 0 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Maka, AOT (Oktober)} = 744 - (4 + 0)$$

$$\text{AOT (Oktober)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Oktober)} = 740 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan November

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & & = 1 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Maka, AOT (November)} = 720 - (4 + 1)$$

$$\text{AOT (November)} = 720 - 5$$

$$\text{AOT (November)} = 715 \text{ H}$$

- Untuk AOT Pemeliharaan genset Pada bulan Desember

$$\begin{array}{rcl} \text{Berjadwal (S)} & & = 4 \text{ H} \\ \text{Tidak berjadwal (T)} & & = 0 \text{ H} \end{array} \quad +$$

$$\text{Total peralatan tidak beroperasi} = 4 \text{ H}$$

$$\text{Maka, AOT (Desember)} = 744 - (4 + 0)$$

$$\text{AOT (Desember)} = 744 - 4$$

$$\text{AOT (Desember)} = 740 \text{ H}$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan AOT Genset genset 2016-2020

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2016	740	691	740	716	740	739	740	739	716	740	716	739
2017	740	668	739	716	740	716	739	740	716	740	715	740
2018	739	668	740	716	740	715	740	740	716	739	716	740
2019	740	667	740	716	740	716	739	740	715	740	716	740
2020	739	692	740	716	739	716	740	740	716	740	715	740

e. Mean Between Failures (MTBF)

Mean Time Between Failures (MTBF) ialah Waktu rata-rata antara kerusakan dan juga waktu operasi untuk mengukur kinerja dengan menghitung jumlah kegagalan dan jumlah waktu aktual kinerja peralatan. Dan dituliskan dalam persamaan 2.3 sebagai berikut :

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Waktu operasi yang aktual (AOT)}}{\text{Jumlah Kegagalan Dalam 1 Tahun}} \dots \dots \dots (2.3)$$

1. Perhitungan MTBF untuk genset pada tahun 2016

- MTBF Jan = $\frac{740}{1} = 740 \text{ H}$

- MTBF Feb 0

- MTBF Mar 0 H

- MTBF Apr 0 H

- MTBF Mei 0 H

- MTBF Juni 0 H

- MTBF Juli 0 H

- MBTF Agu 0 H
 - MBTF Sep 0 H
 - MTBF Okt = $\frac{740}{2} = 370$ H
 - MTBF Nov 0 H
 - MTBF Des 0 H
2. Perhitungan MTBF untuk genset pada tahun 2017
- MTBF Jan 0 H
 - MBTF Feb 0 H
 - MBTF Mar = $\frac{739}{1} = 739$ H
 - MBTF Apr = 0 H
 - MBTF Mei 0 H
 - MBTF Juni $\frac{716}{1} = 716$
 - MBTF Juli 0 H
 - MBTF Agu 0 H
 - MBTF Sep 0 H
 - MTBF Okt 0 H
 - MTBF Nov 0 H

- MTBF Des = $\frac{740}{2} = 370$ H

3. Perhitungan MTBF untuk genset pada tahun 2018

- MTBF Jan 0 H
- MBTF Feb 0 H
- MBTF Mar 0 H
- MBTF Apr = $\frac{720}{1} = 739$ H
- MBTF Mei 0 H

- MBTF Juni 0 H
- MBTF Juli 0 H
- MBTF Agu 0 H

- MBTF Sept = $\frac{716}{2} = 358$ H

- MTBF Okto 0 H
- MTBF Nov 0 H
- MTBF Des 0 H

4. Perhitungan MTBF untuk genset pada tahun 2019

- MTBF Jan = $\frac{740}{1} = 740$ H
- MBTF Feb 0 H
- MBTF Mar 0 H
- MBTF Apr 0 H

- MBTF Mei 0 H
- MBTF Juni 0 H
- MBTF Juli 0 H
- MBTF Agus 0 H
- MBTF Sept 0 H
- MTBF Okt 0 H
- MTBF Nov = $\frac{716}{2} = 358$ H
- MTBF Des 0 H

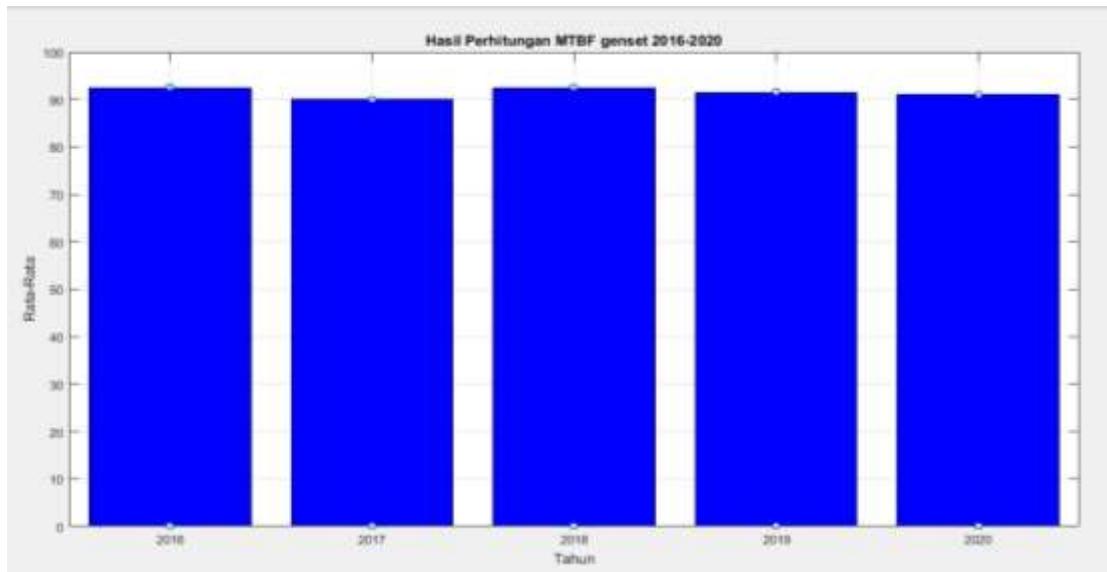
5. Perhitungan MTBF untuk genset pada tahun 2020

- MTBF Jan = $\frac{740}{1} = 740$ H
- MBTF Feb 0 H
- MBTF Mar 0 H
- MBTF Apr = $\frac{720}{1} = 739$ H
- MBTF Mei 0 H
- MBTF Juni = $\frac{716}{1} = 716$ H
- MBTF Juli 0 H
- MBTF Agu 0 H

- MTBF Sept 0 H
 - MTBF Okt 0 H
 - MTBF Nov 0 H
 - MTBF Des = $\frac{716}{1} = 716$ H

Tabel 8. Hasil Perhitungan MTBF genset 2016-2020

Gambar 2.Grafik MTBF genset 2016-2020



f. Kehandalan (Reliability)

Tingkat kehandalan genset digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu sistem atau peralatan dapat beroperasi tanpa mengalami kegagalan atau gangguan dalam jangka waktu tertentu. Tingkat handal sebuah genset jika diukur dengan kehandalan yang maksimal yang mana persamaan untuk mencari nilai kehandalan ditulis dalam persamaan 2.4 sebagai berikut.

g. $R = 100.e - t/m$, Dimana e = 2,718.....(2.4)

1. Perhitungan tingkat kehandalan tahun 2016.

$$\bullet \quad R_{Jan} = 100.2,718 - \frac{1}{740}$$

R Jan = 99,86%

$$\bullet \quad R_{Febr} = 100.2,718 - \frac{0}{691}$$

R Feb = 100%

- R Mar = 100.2,718 $\frac{0}{740}$

R Mar \equiv 100%

- R Apr = $100.2,718 \frac{0}{716}$

R Apr = 100%

- R Mei = $100.2,718 \frac{0}{739}$

R Mei = 100%

- R Juni = $100.2,718 \frac{0}{716}$

R Juni = 100%

- R Juli = $100.2,718 \frac{0}{740}$

R Juli = 100%

- R Agu = $100.2,718 \frac{0}{739}$

R Agus = 100%

- R Sept = $100.2,718 \frac{0}{716}$

R Sept = 100%

- R Okt = $100.2,718 \frac{2}{739}$

R Okt = 99,72%

- R Nov = $100.2,718 \frac{0}{716}$

R Nov = 100%

- R Des = $100.2,718 \frac{0}{739}$

R Des = 100%

2. Perhitungan tingkat kehandalan tahun 2017.

- R Jan = $100.2,718 \frac{0}{740}$

R Jan = 100%

- R Feb = $100.2,718 \frac{0}{668}$

R Feb = 100%

- R Mar = $100.2,718 \frac{1}{739}$

R Mar = 99,86%

- R Apr = $100.2,718 \frac{0}{716}$

R Apr = 100%

- R Mei = $100.2,718 \frac{0}{740}$

R Mei = 100%

- R Juni = $100.2,718 \frac{1}{716}$

R Juni = 99,86%

- R Juli = $100.2,718 \frac{0}{739}$

R Juli = 100%

- R Agu = $100.2,718 \frac{0}{740}$

R Agu = 100%

- R Sept = $100.2,718 \frac{0}{716}$

R Sept = 100%

- R Okt = $100 \cdot 2,718 \frac{0}{740}$

R Okt = 100%

- R Nov = $100 \cdot 2,718 \frac{0}{715}$

R Nov = 100%

- R Des = $100 \cdot 2,718 \frac{2}{740}$

R Des = 99,72%

3. Perhitungan tingkat kehandalan tahun 2018.

- R Jan = $100 \cdot 2,718 \frac{0}{739}$

R Jan = 100%

- R Feb = $100 \cdot 2,718 \frac{0}{668}$

R Feb = 100%

- R Mar = $100 \cdot 2,718 \frac{0}{740}$

R Mar = 100%

- R Aprl = $100 \cdot 2,718 \frac{1}{716}$

R Apr = 99,86%

- R Mei = $100 \cdot 2,718 \frac{0}{740}$

R Mei = 100%

- R Juni = $100 \cdot 2,718 \frac{1}{716}$

R Juni = 99,72%

- R Juli = $100.2,718 \frac{0}{740}$

R Juli = 100%

- R Agu = $100.2,718 \frac{0}{740}$

R Agu = 100%

- R Sep = $100.2,718 \frac{2}{716}$

R Sept = 99,72%

- R Okto = $100.2,718 \frac{0}{739}$

R Okto = 100%

- R Nov = $100.2,718 \frac{0}{716}$

R Nov = 100%

- R Des = $100.2,718 \frac{2}{740}$

R Des = 99,72%

4. Perhitungan tingkat kehandalan tahun 2019.

- R Jan = $100.2,718 \frac{1}{740}$

R Jan = 99,86%

- R Feb = $100.2,718 \frac{0}{667}$

R Feb = 100%

- R Mar = $100.2,718 \frac{0}{740}$

R Mar = 100%

- R Apr = $100.2,718 \frac{1}{716}$

R Apr = 100%

- R Mei = $100.2,718 \frac{0}{739}$

R Mei = 100%

- R Juni = $100.2,718 \frac{0}{716}$

R Juni = 100%

- R Juli = $100.2,718 \frac{0}{739}$

R Juli = 100%

- R Agu = $100.2,718 \frac{0}{740}$

R Agu = 100%

- R Sep = $100.2,718 \frac{0}{715}$

R Sep = 100%

- R Okt = $100.2,718 \frac{0}{740}$

R Okt = 100%

- R Nov = $100.2,718 \frac{0}{716}$

R Nov = 100%

- R Des = $100.2,718 \frac{0}{740}$

$$R_{Des} = 100\%$$

5. Perhitungan tingkat kehandalan tahun 2020.

- $R_{Jan} = 100.2,718 - \frac{0}{739}$

$$R_{Jan} = 100\%$$

- $R_{Feb} = 100.2,718 - \frac{0}{692}$

$$R_{Feb} = 100\%$$

- $R_{Mar} = 100.2,718 \frac{0}{740}$

$$R_{Mar} = 100\%$$

- $R_{Apr} = 100.2,718 \frac{0}{716}$

$$R_{Apr} = 100\%$$

- $R_{Mei} = 100.2,718 \frac{1}{739}$

$$R_{Mei} = 99,86\%$$

- $R_{Juni} = 100.2,718 \frac{0}{716}$

$$R_{Juni} = 100\%$$

- $R_{Juli} = 100.2,718 \frac{0}{740}$

$$R_{Juli} = 100\%$$

- $R_{Agu} = 100.2,718 \frac{0}{740}$

$$R_{Agu} = 100\%$$

- $R \text{ Sept} = 100.2,718 \frac{0}{716}$

$$R \text{ Sept} = 100\%$$

- $R \text{ Oktober} = 100.2,718 \frac{0}{740}$

$$R \text{ Oktober} = 100\%$$

- $R \text{ Nov} = 100.2,718 \frac{0}{715}$

$$R \text{ Nov} = 100\%$$

- $R \text{ Des} = 100.2,718 \frac{1}{740}$

$$R \text{ Des} = 99,86\%$$

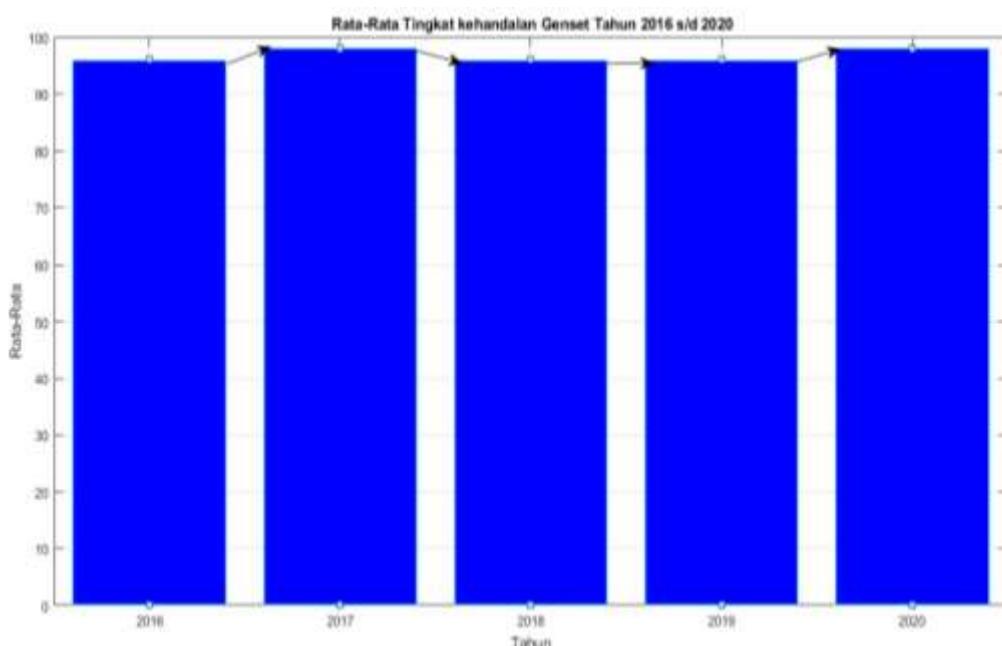
Untuk mencari nilai kehandala genset 2016 s/d 2020 dilakukan perhitungan yang sama seperti perhitungan diatas dan hasilnya ditunjukkan pada

Tabel 9. Rata-Rata Tingkat kehandalan Genset Tahun 2016 s/d 2020

Tahun	Bulan												Rata-Rata
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
2016	99,86	100	100	100	100	100	100	100	100	99,72	100	100	99,96
2017	100	100	99,86	100	100	99,86	100	100	100	100	100	100	99,98
2018	100	100	100	99,86	100	100	100	100	99,72	100	100	100	99,96
2019	99,86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,72	100	99,96
2020	100	100	100	100	99,86	100	100	100	100	100	100	99,86	99,98

Keterangan : Kurang 70% (Sangat sering mengalami gangguan)
 Lebih dari 70% kurang dari 95% (Sering mengalami gangguan)
 Lebih dari 95% (Jarang mengalami gangguan)

Gambar 3. Grafik Kehandalan genset 2016-2020



h. Tingkat ketersediaan (*Availability*)

Tingkat Ketersedian atau (*Availability*) ini digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu sistem atau peralatan dapat beroperasi saat diperlukan, tanpa mengalami gangguan atau kegagalan. Ini adalah metrik yang menggambarkan seberapa sering peralatan atau sistem tersedia untuk digunakan. Tingkat Ketersediaan umumnya dihitung dengan membandingkan waktu yang peralatan atau sistem tersedia untuk beroperasi dengan total waktu yang diharapkan atau yang diinginkan untuk digunakan. maka dari itu Persamaan untuk mencari nilai kehandalan ditulis dalam persamaan 2.5 sebagai berikut

$$A = \frac{Waktu Operasi yang Aktual (AOT)}{Waktu Operasi yang Ditetapkan (SOT)} \times 100\%$$

1. Perhitungan tingkat ketersediaan genset Tahun 2016.

- A Januari = $\frac{740}{744} \times 100\% = 99,4\%$
- A Februari = $\frac{691}{696} \times 100\% = 99,4\%$
- A Maret = $\frac{740}{744} \times 100\% = 99,4\%$
- A April = $\frac{716}{720} \times 100\% = 99,4\%$
- A Mei = $\frac{739}{744} \times 100\% = 99,3\%$
- A Juni = $\frac{716}{720} \times 100\% = 99,4\%$
- A Juli = $\frac{743}{744} \times 100\% = 99,8\%$
- A Agustus = $\frac{739}{744} \times 100\% = 99,3\%$
- A September = $\frac{716}{720} \times 100\% = 99,4\%$
- A Oktober = $\frac{740}{744} \times 100\% = 99,4\%$
- A November = $\frac{716}{720} \times 100\% = 99,4\%$
- A Desember = $\frac{739}{744} \times 100\% = 99,3\%$

2. Perhitungan tingkat ketersediaan genset Tahun 2017.

- A Januari = $\frac{740}{744} \times 100\% = 99,4\%$
- A Februari = $\frac{668}{672} \times 100\% = 99,4\%$
- A Maret = $\frac{740}{744} \times 100\% = 99,4\%$
- A April = $\frac{716}{720} \times 100\% = 99,4\%$
- A Mei = $\frac{740}{744} \times 100\% = 99,4\%$
- A Juni = $\frac{716}{720} \times 100\% = 99,4\%$
- A Juli = $\frac{739}{744} \times 100\% = 99,3\%$
- A Agustus = $\frac{740}{744} \times 100\% = 99,4\%$
- A September = $\frac{716}{720} \times 100\% = 99,4\%$
- A Oktober = $\frac{740}{744} \times 100\% = 99,4\%$
- A November = $\frac{716}{720} \times 100\% = 99,4\%$
- A Desember = $\frac{740}{744} \times 100\% = 99,4\%$

Untuk mencari nilai ketersediaan (A) genset Tahun 2016 s/d 2020 dilakukan perhitungan yang sama seperti perhitungan diatas dan hasilnya adalah :

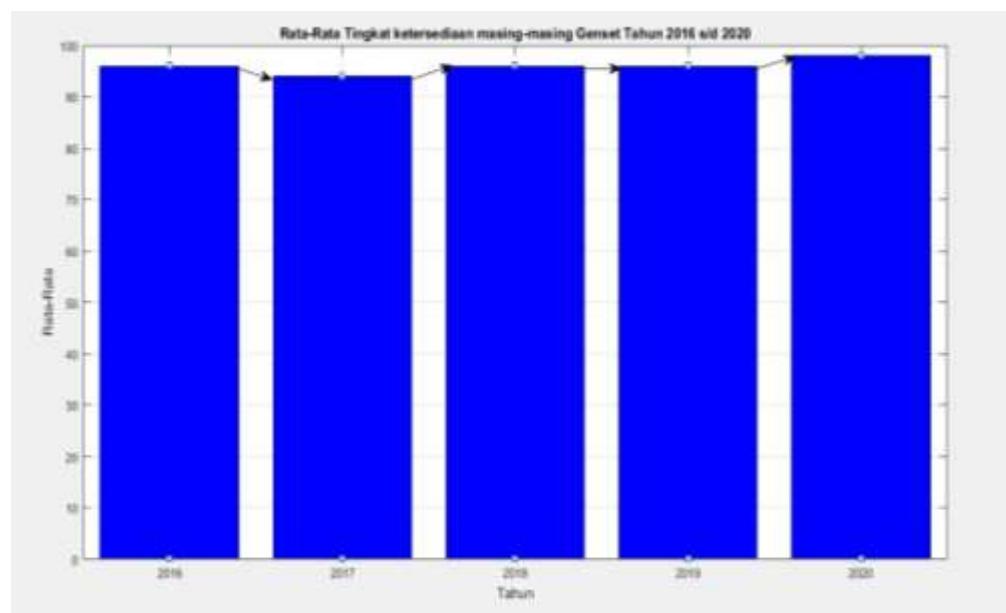
Tabel 10. Rata-Rata Tingkat ketersediaan masing-masing Genset Tahun 2016 s/d 2020

Tahun	Bulan												Rata-Rata
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
2016	99,4	99,3	99,4	99,4	99,3	99,4	99,4	99,3	99,4	99,4	99,4	99,3	99,36

2017	99,4	99,4	99,3	99,4	99,4	99,4	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,3	99,4	99,35
2018	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,3	99,4	99,4	99,4	99,3	99,4	99,4	99,36
2019	99,4	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,3	99,4	99,3	99,4	99,4	99,36
2020	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,3	99,4	99,38

Keterangan: Kurang 70% (Sangat sering mengalami gangguan)
Lebih dari 70% kurang dari 95% (Sering mengalami gangguan)
Lebih dari 95% (Jarang mengalami gangguan)

Gambar 4. Grafik Ketersediaan genset 2016-2020



BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Preventive Maintenance Generator set Emergency

Analisis dilakukan di sebuah generator set yang berada di sebuah gedung hotel.. Peneritian dilakukan pada rentang waktu yang cukup lama, yaitu selama 5 tahun yakni tahun 2016-2020. Maka dari itu analisis dilakukan untuk mencari tingkat kehandalan dan juga ketersediaan pada generator set apakah sudah sesuai dengan ketentuan yang berlaku yaitu Nomor : SKEP/157/IX/2003 dan juga Surat Keputusan (SKEP) Direktorat Jenderal Perhubungan Udara No.157 Tahun 2003. Selain daripada tingkat ketersediaan dan juga kehandalan dari generator set ada juga data pendukung yang mana data ini di ambil untuk mendukung nilai tingkat ketersediaan dan juga kehandalan pada generator set dan data tersebut ialah ,AOT (Actual operating time) waktu aktual waktu genset beroperasi, SOT (Specified Operating time) yaitu waktu spesifik genset beroperasi dan juga MTBF (Mean time Between Failures) yaitu waktu kegagalan genset atau waktu genset tidak beroperasi baik karena rusak ataupun perawatan pada genset maka dari data itu semua akan dihasilkan kesimpulan dari tingkat kehandalan dan ketersediaan pada generator set.

4.2 Data Hasil Analisis Preventive Maintenance Generator set Emergency

Dari data hasil analisis ini menunjukkan hasil ketersedian dan juga kehandalan pada generator set emergency ini dengan hasil berikut :

1. Data hasil kehandalan generator set emergency

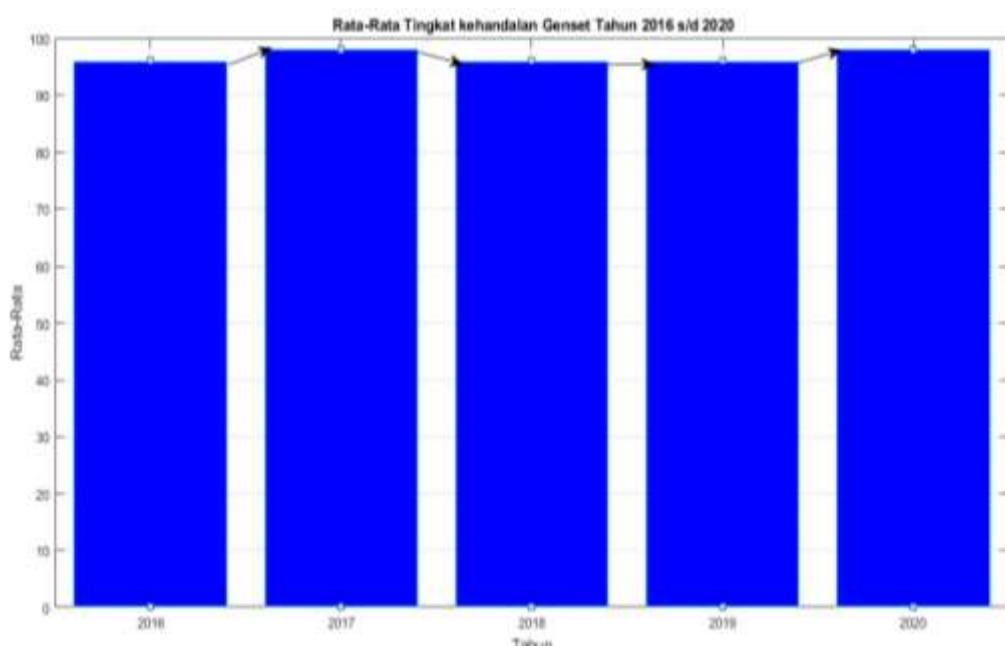
Kehandalan generator set ini digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu sistem atau peralatan dapat beroperasi tanpa mengalami kegagalan atau gangguan dalam jangka waktu tertentu. Tingkat handal sebuah genset jika di ukur dengan kehandalan yang maksimal. Dan berikut adalah hasil tingkat kehandalan generator set.

Tabel 11. Hasil Data hasil kehandalan generator set Emergency

Tahun	Bulan													Rata-Rata
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des		
2016	99,86	100	100	100	100	100	100	100	100	99,72	100	100	99,96	
2017	100	100	99,86	100	100	99,86	100	100	100	100	100	100	99,98	
2018	100	100	100	99,86	100	100	100	100	99,72	100	100	100	99,96	
2019	99,86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,72	100	99,96	
2020	100	100	100	100	99,86	100	100	100	100	100	100	99,86	99,98	

Keterangan: Kurang 70% (Sangat sering mengalami gangguan)
Lebih dari 70% kurang dari 95% (Sering mengalami gangguan)
Lebih dari 95% (Jarang mengalami gangguan)

Gambar 5. Grafik hasil perhitungan tingkat rata-rata kehandalan genset 2016-2020



Dari data selama 5 tahun yakni tahun 2016-2020 maka dapat dilihat dari ketentuan yang berlaku bahwasanya generator set emergency ini tingkat preentase kehandalannya lebih dari 95% sesuai dengan regulasi Nomor : SKEP/157/IX/2003 dan juga Surat Keputusan (SKEP) Direktorat Jenderal Perhubungan Udara No.157 Tahun 2003. yang berarti generator set ini sangat jarang mengalami kerusakan dan juga baik tingkat kehandalannya.

2. Data Hasil Tingkat Ketersediaan Generator Set Emergency

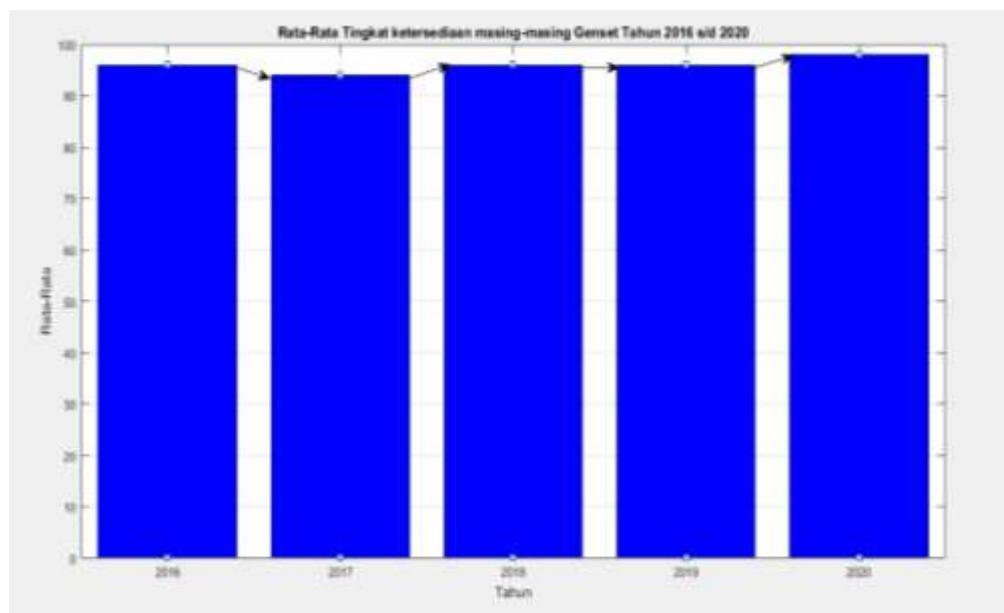
ini digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu sistem atau peralatan dapat beroperasi saat diperlukan, tanpa mengalami gangguan atau kegagalan. Ini adalah metrik yang menggambarkan seberapa sering peralatan atau sistem tersedia untuk digunakan. Dan berikut adalah data hasil dari tingkat ketersediaan generator set

Tabel 12. Hasil Rata-Rata Tingkat ketersediaan Genset Tahun 2016 s/d 2020

Tahun	Bulan												Rata-Rata
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
2016	99,86	100	100	100	100	100	100	100	100	99,72	100	100	99,96
2017	100	100	99,86	100	100	99,86	100	100	100	100	100	100	99,98
2018	100	100	100	99,86	100	100	100	100	99,72	100	100	100	99,96
2019	99,86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,72	100	99,96
2020	100	100	100	100	99,86	100	100	100	100	100	100	99,86	99,98

Keterangan: Kurang 70% (Sangat sering mengalami gangguan)
Lebih dari 70% kurang dari 95% (Sering mengalami gangguan)
Lebih dari 95% (Jarang mengalami gangguan)

Gambar 6. Grafik Hasil Ketersediaan genset 2016-2020



Dari data selama 5 tahun yakni tahun 2016-2020 maka dapat dilihat dari ketentuan yang berlaku bahwasanya generator set emergency ini tingkat preentase ketersediaannya lebih dari 95% sesuai dengan regulasi Nomor : SKEP/157/IX/2003 dan juga Surat Keputusan (SKEP) Direktorat Jenderal Perhubungan Udara No.157 Tahun 2003. yang berarti generator set ini sangat jarang mengalami kerusakan dan juga baik tingkat ketersediaannya

BAB 6

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan, maka kesimpulan terkait generator set emergency ini ialah sebagai berikut:

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata kehandalan pada genset selama periode 2016-2020 ditunjukkan pada Tabel 4.8. Tingkat keandalan rata-rata genset tahun 2016 sebesar 99,96%, tahun 2017 meningkat menjadi 99,98%, tahun 2018 menjadi 99,96% di tahun 2019 menjadi 99,96%, kemudian di tahun 2020 naik lagi menjadi 99,98%. Menurut SKEP 15/IX/03, dari data yang ada dapat diketahui bahwa keandalan masing-masing genset termasuk dalam kelompok “jarang rusak” ($R \geq 95\%$).
2. Hasil Analisis menunjukkan tingkat ketersediaan genset pada periode 2016-2020 sesuai Tabel 4.9. Tingkat ketersediaan genset sebesar 99,96% pada tahun 2016, 99,98% pada tahun 2017, 99,96% pada tahun 2018, 99,96% pada tahun 2019, 99,96% pada tahun 2019 dan 99,28% pada tahun 2016%. Berdasarkan SKEP 15/IX/03, dari data yang ada, tingkat ketersediaan masing-masing genset termasuk dalam kelompok rusak ringan ($R \geq 95\%$).

Maka dari ini dapat disimpulkan bahwasanya generator set emergency ini memiliki tingkat ketersediaan dan keandalan yang baik sesuai dengan ketentuan dan prosedur yang berlaku. Dengan demikian data tersebut dapat berfungsi sebagai bahan evaluasi pemeliharaan generator set (genset) agar selalu dapat meningkatkan kinerja terhadap tingkat keandalan serta ketersediaan pada generator set (genset).

SARAN

Belum ada parameter perhitungan dari perusahaan terkait penilaian maka dari itu bisa di buatkan aplikasi yang bisa menghitung Spesified Operating Time (SOT),Actual Operating Time (AOT) ,Mean Time Between Failures (MTBF), Kehandalan (Reliability), Ketersediaan (Availability) untuk mencakup data yang ada dan memudahkan perusahaan menganalisa data yang ada

DAFTAR PUSTAKA

Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No.13

Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik. Jakarta. 2012

SKEP/157/IX/03 Direktorat Jenderal Perhubungan Udara

Undang Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan

MHD Irfan Dharmawan. 2020. Analisis Pemeliharaan Berkala Dengan Kinerja Generator Set Di Main Power Station Bandar Udara Internasional Kualanamu. Fakultas Teknik. Universitas Sumatra Utara

Budi Saputro. 2017. Analisis Keandalan Generator Set Sebagai Power Supply Darurat Apabila Power Supply Dari PLN Mendadak Padam Di Morodadi. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik Universitas Islam. Blitar.

Ujang Wiharja, BagriatnaAllan Pintadi. 2020. Analisa Operasi *Genset Mode Load Sharing* Pada PT. Plaza Indonesia Reality TBK. Fakultas Teknik. Universitas Krisnadipayana. Jakarta

Ricky Antema, Samsuddin Samsuddin , Ikramullah Zein. 2022. Analisa Perawatan Mesin Genset pada Perusahaan Penyedia Layanan Telekomunikasi dengan Menggunakan Metode RCM. *Industrial Engineering Department*. Universitas Serambi Mekkah. Banda Aceh

Fairakha Rezky Alfaafaa, Samsurizal. 2022. Analisis Pengaruh Perbandingan Sistem Hybrid PV-Genset Menggunakan Homer Grid. Teknik Elektro. Institut Teknologi PLN. Jakarta

Caesar Abror Harits. 2016. Analisis Kinerja Genset Non-Benso Sebagai Alat Penerangan Pada Daerah Yang Belum Teraliri Listrik. Teknik Industri Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta

Mohammad Ali, Muhammad Asrori. 2014. Metodologi dan Aplikasi Riset Pendidikan, PT Bumi Aksara. Jakarta.

Nuzula, Praditya Alivia. 2016. Perbandingan Kinerja Genset 4-Langkah Menggunakan Bahan Bakar Premium dan LPG dengan Penambahan Konverter Kit. Universitas Brawijaya.

George Mager ,Himsar Ambarita, Tulus B. Sitorus, Dian M. Nasution, Syahril Gultom. 2017. Kajian Performansi Mesin Genset Diesel Satu Silinder Dengan Campuran Bahan Bakar Solar Dan Bahan Bakar LPG Melalui *Vacuum Cleaner*.Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

I Nyoman Andi Darma Kusuma, 2022. Analisis Penggunaan Genset Sebagai Cadangan Energi Di Hotel The Trans Resort Bali. Teknik Listrik. - Politeknik Negeri Bali

Mihammad Ilmi, Junaidi, Ayong Hiedro. 2019. Aanalisis Tekno Ekonomis Generator Set (GENSET) Sebagai Sumber Energi Cadangan Pada PT. Indonesia TBK. Pontianak. Teknik Elektro. Universitas Tanjungpura

Slamet Wiyono, 2022. Karakterisasi Performa Genset Diesel 5 KW Menggunakan Syngas Serbuk Kayu dengan Variasi Pembebanan. Fakultas Teknik. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Kusuma, I Nyoman Andi Darma and Sudiartha, I Wayan and Saputra, I Gusti Ngurah Agung Dwijaya. 2022 Analisis Penggunaan Genset Sebagai Cadangan Energi Listrik di Hotel The Trans Resort Bali. Diploma thesis, Politeknik Negeri Bali.

Kurniawan, Ryan Setya (2018) Analisa Penggunaan Genset di Untag Surabaya Sebagai Energi Alternatif Untuk Manajemen Energi. Undergraduate thesis, UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945.

Akhiruddin, Muhammad. 2022. Analisis Unjuk Kerja Mesin Genset dengan Bahan Bakar Kombinasi Biogas dan LPG. Teknik Mesin. Universitas Medan Area

Yenni Arnas. 2022. Evaluasi Kinerja Genset Terhadap Tingkat Ketersediaan Operasional Sesuai Skep Ditjen Hubud No. 157 Tahun 2003. Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Binava, Zata Amalina and , Agus Supardi, S.T., M.T. 2022 Rancang Bangun Sakelar Transfer Otomatis Pln Dan Genset Beserta Monitoring Berbasis Iot Skala Rumah Tangga. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Zainal, Fauzan Azim, Erinsyah Maulia Rangkuti. 2020. Analisa Sistem Perawatan Mesin Genset Dan Biaya-Biayanya Di PT. PLN Persero Area Medan. Akademi Teknik Indonesia Cut Meutia

LAMPIRAN

 <p>Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA</p>	<p>Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana</p>	<p>Kode Arsip : 04/Prodi- El/Akad/2010</p> <p>Program Studi Teknik Elektro</p>
--	--	--

Jakarta, 6 Juli 2023

Bismillahirahmanirrahim.
Dengan ini, saya sebagai pembimbing I menyatakan bahwa,

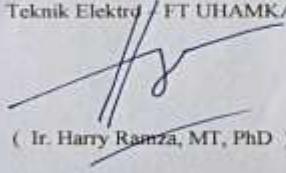
Nama	: Marsya Artemia Afriliani
NIM	: 1903025044
Alamat	: Jl. Kp. Sindangkarsa Rt 01/05 Sukamaju Baru Tapos Depok, 16457

Judul Tugas Akhir : **Preventive Maintenance Generator set Emergency**
bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan **Layak** untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

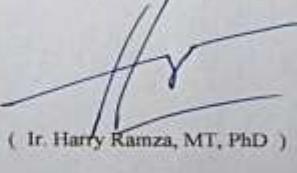
Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing I.
Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

Jakarta, 6 Juli 2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro / FT UHAMKA


(Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Pembimbing I


(Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Cc :

1. Yang bersangkutan.
2. Arsip.

	<p style="text-align: center;">Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana</p>	<p>Kode Arsip :</p> <p>04/Prodi- El/Akad/2010</p> <p>Program Studi Teknik Elektro</p>
<p>Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA</p>		

Jakarta, 6 Juli 2023

Bismillahirrahmanirrahim,

Dengan ini, saya sebagai pembimbing II menyatakan bahwa,

N a m a	:	Marsya Artemia Afriliani
N I M	:	1903025044
Alamat	:	Kp. Sindangkarsa Rt 01/05 Sukamaju Baru Tapos Depok,16457

Judul Tugas Akhir :

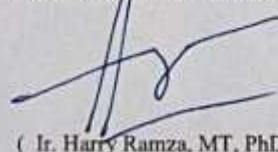
Preverentive Maintenance Generator Set Emergency

bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan **Layak** / ~~BUKALAYAK~~ untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing II.
Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

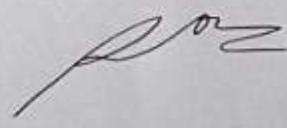
Jakarta, 6 Juli 2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro – FT UHAMKA



(Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Pembimbing II



(Rosalina, S.T., M.T.)

Cc :

1. Yang bersangkutan.
2. Arsip.



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI ELEKTRO**

*Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur
Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 8400941*

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama : Marsya Artemia Afriliani
 NIM : 1903025044
 Judul : Preventive Maintenance Generator Set Emergency
 Pembimbing I : Ir. Harry Ramza, M.T., P.hd

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	6 April 2023	Diskusi terkait penelitian yang akan dilakukan	
2	10 Mei 2023	Revisi BAB I, latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian	
3	26 Mei 2023	Pengesahan judul, Perbaikan Tabel, Perbaikan gambar skema rangkaian, Perbaikan kalimat serta daftar pustaka menggunakan Mendeley, Penentuan indikator daerah penelitian	
4	31 Mei 2023	Revisi isi BAB II dan Formating BAB I sampai BAB III	
5	14 Juni 2023	Revisi BAB IV dan BAB V, Perbaikan format title dan sub title, Perbaikan Gambar, Perbaikan Tabel	
6	22 Juni 2023	Perencanaan jurnal skripsi	
7	5 Juli 2023	Revisi BAB V, Perbaikan poin-poin kesimpulan	
8	6 Juli 2023	Bimbingan Terakhir, Pengajuan skripsi dan tanda tangan	

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I

 Ir. Harry Ramza, M.T., P.hd
 NIDN. 0303097006

Mahasiswa

 Marsya Artemia Afriliani
 NIM. 1903025044



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI ELEKTRO

Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur
Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 8400941

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama : Marsya Artemia Afriliani
NIM : 1903025044
Judul : Preventive Maintenance Generator Set Emergency
Pembimbing II : Rosalina, S.T., M.T.

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	6 April 2023	Pengajuan BAB I sampai BAB III	
2	10 Mei 2023	Penambahan Referensi berdasarkan sumber resmi	
3	26 Mei 2023	Pengajuan BAB IV dan Revisi Judul	
4	31 Mei 2023	Revisi BAB I dan BAB II	
5	15 Juni 2023	Revisi BAB III, Perbaikan Gambar dan Diagram	
6	3 Juli 2023	Revisi format penulisan dan Diagram Afir	
7	4 Juli 2023	Revisi Blok Diagram Sistem	
8	6 Juli 2023	Permohonan tanda tangan dan pengecekan skripsi	

Mengetahui,

Dosen Pembimbing II

Rosalina, S.T., M.T.
NIDN. 0304017001

Mahasiswa

Marsya Artemia Afriliani
NIM. 1903025044

Spesifikasi pada genset



Pengecekan rutin yang biasa dilakukan pada genset

SERVICE RUTIN GENSET VOLVO 325 KVA FAVEHOTEL ZAINUL ARIFIN					
NO	DESCRIPTION	QTY	LEVEL	REMARK	Date
1	Oil Filter	21707133	2	full	ganti oli filter
2	Oil Filter. by pass	21707133	1	full	ganti oli filter
3	Fuel filter	22480372	1	full	ganti fuel filter
4	Fuel Pre filter	22480372	1	full	ganti fuel pre filter
5	Oli Engine Shell LD4		33 liter	full	ganti oli 33 liter
6	Air Radiator			full	Reffill Air radiator
7	Accu Genset 24 V		2	27,5 V	Kondisi Accu normal
8	Solar Tank		350 liter		Full

Prepared by _____ Acknowledged by _____

Radiant utama
Asst. Chief Engineering

Mada.I.Kusumah
Hotel Manager

AI TRIPLE CAMERA

Data Pengeckan berjadwal pada genset

CHECK LIST MAINTENANCE OF GENSET																						
No.	Date	Month	COOLANT/OIL			FUEL/OIL			FILTER/FUEL			WATER COOLER			ACCU VOLTAGE			Maintenance	Remarks	Action	Status	
			S	M	F	TDS	HD	TDS	HD	WATER	COOLER	ACCU	VOLTAGE	8V	12V	24V	48V	72V	96V			
1	2023-01-01	January																				
2	2023-01-01	January																				
3	2023-01-01	January																				
4	2023-01-01	January																				
5	2023-01-01	January																				
6	2023-01-01	January																				
7	2023-01-01	January																				
8	2023-01-01	January																				
9	2023-01-01	January																				
10	2023-01-01	January																				
11	2023-01-01	January																				
12	2023-01-01	January																				
13	2023-01-01	January																				
14	2023-01-01	January																				
15	2023-01-01	January																				
16	2023-01-01	January																				
17	2023-01-01	January																				
18	2023-01-01	January																				
19	2023-01-01	January																				
20	2023-01-01	January																				
21	2023-01-01	January																				
22	2023-01-01	January																				
23	2023-01-01	January																				
24	2023-01-01	January																				
25	2023-01-01	January																				
26	2023-01-01	January																				
27	2023-01-01	January																				
28	2023-01-01	January																				
29	2023-01-01	January																				
30	2023-01-01	January																				
31	2023-01-01	January																				
32	2023-01-01	January																				
33	2023-01-01	January																				
34	2023-01-01	January																				
35	2023-01-01	January																				
36	2023-01-01	January																				
37	2023-01-01	January																				
38	2023-01-01	January																				
39	2023-01-01	January																				
40	2023-01-01	January																				
41	2023-01-01	January																				
42	2023-01-01	January																				
43	2023-01-01	January																				
44	2023-01-01	January																				
45	2023-01-01	January																				
46	2023-01-01	January																				
47	2023-01-01	January																				
48	2023-01-01	January																				
49	2023-01-01	January																				
50	2023-01-01	January																				
51	2023-01-01	January																				
52	2023-01-01	January																				
53	2023-01-01	January																				
54	2023-01-01	January																				
55	2023-01-01	January																				
56	2023-01-01	January																				
57	2023-01-01	January																				
58	2023-01-01	January																				
59	2023-01-01	January																				
60	2023-01-01	January																				
61	2023-01-01	January																				
62	2023-01-01	January																				
63	2023-01-01	January																				
64	2023-01-01	January																				
65	2023-01-01	January																				
66	2023-01-01	January																				
67	2023-01-01	January																				
68	2023-01-01	January																				
69	2023-01-01	January																				
70	2023-01-01	January																				
71	2023-01-01	January																				
72	2023-01-01	January																				
73	2023-01-01	January																				
74	2023-01-01	January																				
75	2023-01-01	January																				
76	2023-01-01	January																				
77	2023-01-01	January																				
78	2023-01-01	January																				
79	2023-01-01	January																				
80	2023-01-01	January																				
81	2023-01-01	January																				
82	2023-01-01	January																				
83	2023-01-01	January																				
84	2023-01-01	January																				
85	2023-01-01	January																				
86	2023-01-01	January																				
87	2023-01-01	January																				
88	2023-01-01	January																				
89	2023-01-01	January																				
90	2023-01-01	January</td																				

Data Genset Tidak beroperasi karena pengecekan

**IMPLEMENTASI DETEKTOR SUHU DAN KELEMBABAN
TANAH GUNA OBSERVASI DALAM PEMELIHARAAN
TANAMAN CABAI**

SKRIPSI



Oleh:

NISRINA FEBBY FAKHIRAH

1903025050

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2023**

**IMPLEMENTASI DETEKTOR SUHU DAN KELEMBABAN
TANAH GUNA OBSERVASI DALAM PEMELIHARAAN
TANAMAN CABAI**

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Elektro



Oleh:

NISRINA FEBBY FAKHIRAH

1903025050

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI DETEKTOR SUHU DAN KELEMBABAN TANAH GUNA
OBSERVASI DALAM PEMELIHARAAN TANAMAN CABAI**

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh :

Nisrina Febby Fakhirah

1903025050

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri dan Informatika UHAMKA

Tanggal, 6 Juli 2023

Pembimbing-1



Dr. Ir. Sofia Pinardi, M.T.

NIDN. 033096904

Pembimbing-2

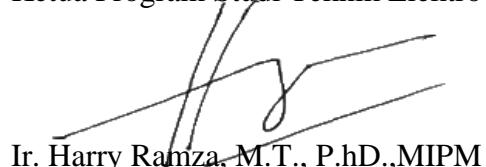


Rosalina, S.T., M.T.

NIDN. 0304017001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Harry Ramza, M.T., P.hD.,MIPM

NIDN. 0303097006

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI DETEKTOR SUHU DAN KELEMBABAN TANAH GUNA OBSERVASI DALAM PEMELIHARAAN TANAMAN CABAI

SKRIPSI

Oleh :

Nisrina Febby Fakhirah

1903025050

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi Program Studi
Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri dan Informatika UHAMKA

Tanggal, 18 Juli 2023

Pembimbing-1

Dr. Ir. Sofja Pinardi, M.T.

NIDN. 033096904

Pengaji-1

M. Mujirudin, S.T., M.T.

NIDN. 0312126705

Mengesahkan,

Dekan

Fakultas Teknologi Industri dan
Informatika UHAMKA

Dr. Dedi Mugisudi, S.T., M.Si.
NIDN. 0301126901

Pembimbing-2

Rosalina, S.T., M.T.

NIDN. 0304017001

Pengaji-2

Kun Payakun, S.T., M.T.

NIDN. 0305125701

Mengetahui,

Kepala Program Studi,
Teknik Elektro

Ir. Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D., MIPM
NIDN. 0303097006

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang membuat pernyataan

Nama : Nisrina Febby Fakhirah
NIM : 1903025050
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI DETEKTOR SUHU DAN KELEMBABAN TANAH GUNA OBSERVASI DALAM PEMELIHARAAN TANAMAN CABAI

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 24 juli 2023



Nisrina Febby Fakhirah

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta’ala yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya. Shalawat serta salam ditujukan kepada baginda Muhammad Shalallahu’alaihi Wassalam, Sehingga terselesaikannya tugas akhir yang berjudul **IMPLEMENTASI DETEKTOR SUHU DAN KELEMBABAN TANAH GUNA OBSERVASI DALAM PEMELIHARAAN TANAMAN CABAI** tepat pada waktu yang ditetapkan.

Selama tahap persiapan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini, banyak pihak yang memberikan dukungan, bimbingan, saran, pengetahuan hingga pengalaman yang berkesan. Oleh karena itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya tidak lupa di tujukan kepada:

1. Orang tua yang selalu memberikan do'a serta dukungan demi kelancaran Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. H. Gunawan Suryoputro, M. Hum., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
3. Bapak Dr. Dan Mugisidi, S.T., M. Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
4. Bapak Ir, Harry Ramza, M.T., PhD., MIPM., selaku Ketua Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
5. Ibu Dr. Ir. Sofia Pinardi, M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan banyak saran dan masukan sehingga dapat terselesaikannya penulisan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Ibu Rosalina, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan banyak saran dan masukan sehingga dapat terselesaikannya penulisan Tugas Akhir ini dengan baik.
7. Ibu Oktarina Heriyani, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu menuntun serta memberi dukungan.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca secara keseluruhan. Mohon maaf bila terdapat kesalahan dalam representasi karya tulis ini. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk koreksi dalam penulisan selanjutnya.

Jakarta, 24 Juli 2023

Penulis
Nisrina Febby Fakhirah

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Nisrina Febby Fakhirah
NIM : 1903025050
Program Studi : Teknik Elektro

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (non-exclusive royalty free right) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

Implementasi Detektor Suhu dan Kelembaban Tanah
Guna Observasi Dalam Pemeliharaan Tanaman Cabai

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR HAMKA berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 24 Juli 2023

Nisrina Febby Fakhirah

ABSTRAK

Implementasi Detektor Suhu dan Kelembaban Tanah Guna Observasi dalam Pemeliharaan Tanaman Cabai

Nisrina Febby Fakhirah

Untuk menghindari timbulnya berbagai masalah dalam budidaya tanaman cabai, perlu dilakukan usaha pemeliharaan secara baik dan benar. Observasi atau pengamatan merupakan salah satu dari 4 hal utama dalam pemeliharaan tanaman cabai. Upaya ini dilakukan untuk mencapai efektifitas dan hasil akhir yang maksimal. Sehingga, budidaya tanaman cabai dapat dilakukan secara berkelanjutan dan produknya aman untuk dikonsumsi. Beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam budidaya tanaman cabai adalah suhu dan kelembaban tanah. penelitian ini akan membahas tentang bagaimana cara merancang detektor suhu dan kelembaban tanah serta implementasinya pada tanaman cabai di wilayah yang berbeda-beda. Sensor yang digunakan yaitu sensor tekanan udara BMP 280 dan sensor kelembaban tanah FC-28. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu dan kelembaban tanah di wilayah tertentu menggunakan detektor yang dirancang, kemudian membandingkannya dengan HTC-01 dan soil tester. Apabila rancangan detektor ini sukses, maka penelitian selanjutnya akan diimplementasikan pada tanaman cabai di wilayah yang berbeda-beda. Penelitian ini menggunakan dua metode penelitian, yaitu metode observasi partisipan dan metode uji akurasi sensor. Berdasarkan data hasil pengukuran, daerah Pegunungan paling cocok untuk tanaman cabai karena memiliki suhu $\pm 31^{\circ}\text{C}$ serta kelembaban tanah $\pm 70\%$ RH dan telah diketahui bahwa Sensor BMP 280 dan sensor FC-28 memiliki akurasi $> 95\%$ jika dibandingkan dengan alat ukur lain.

Kata Kunci : Arduino Uno, BMP 280, FC-28, Sensor

ABSTRACT

Implementation of Soil Temperature and Moisture Detection for Observation in Chili Plant Maintenance

Nisrina Febby Fakhirah

To avoid the emergence of various problems in the cultivation of chili plants, it is necessary to do maintenance efforts properly and correctly. Observation or observation is one of the 4 main things in the maintenance of chili plants. This effort is made to achieve maximum effectiveness and final results. Thus, the cultivation of chili plants can be carried out sustainably and the products are safe for consumption. Some parameters that need to be considered in the cultivation of chili plants are soil temperature and humidity. This research will discuss how to design a soil temperature and humidity detector and its implementation on chili plants in different regions. The sensors used are BMP 280 air pressure sensor and FC-28 soil moisture sensor. This research aims to determine the temperature and soil moisture in a certain area using the designed detector, then compare it with HTC-01 and soil tester. If this detector design is successful, then further research will be implemented on chili plants in different regions. This research uses two research methods, namely the participant observation method and the sensor accuracy test method. Based on the measurement data, the mountainous area is most suitable for chili plants because it has a temperature of $\pm 31^{\circ}\text{C}$ and soil moisture of $\pm 70\%\text{RH}$ and it is known that the BMP 280 Sensor and FC-28 sensor have an accuracy of $> 95\%$ when compared to other measuring instruments.

Keywords : Arduino Uno, BMP 280, FC-28, Sensor

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 DASAR TEORI.....	5
2.1 Tanaman Cabai	5
2.2 Pemeliharaan Tanaman Cabai	5
2.3 Kenampakan Alam	6
2.4 Sensor	7
2.5 Sensor Tekanan Udara.....	8
2.6 Sensor Kelembaban Tanah	9

2.7	Mikrokontroller	10
2.8	Liquid Crystal Display I2C	12
2.9	Relay	13
2.10	Pompa Air DC	16
2.11	Teknik Analisa Pengukuran	17
BAB 3 METODOLOGI.....		18
3.1	Jenis Penelitian	18
3.2	Alur Perancangan	18
3.3	Identifikasi Kebutuhan	20
3.4	Blok Diagram Sistem	29
3.5	Perancangan Hardware	31
3.6	Perancangan Software	36
3.7	Diagram Alir.....	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Perancangan.....	39
4.2	Hasil Pengujian Detektor Suhu dan Kelembaban Tanah	41
4.3	Rata-rata Error dan Akurasi dari Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28 ..	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
DAFTAR REFERENSI		52

DAFTAR TABEL

Tabel 1- 1 Perbandingan Kedua Penelitian Terdahulu	2
Tabel 3- 1. Kebutuhan Hardware	20
Tabel 3- 2. Kebutuhan Software	20
Tabel 3- 3. Spesifikasi Sensor BMP 280 (Sensortec, 2015)	22
Tabel 3- 4. Pembacaan Tiga Kondisi Tanah oleh sensor FC-28 (Husdi, 2018)....	23
Tabel 3- 5. Prosentase Tiga Kondisi tanah oleh sensor FC-28	24
Tabel 3- 6. Spesifikasi Arduino Uno R3 (Sasmoko, 2021).....	25
Tabel 3- 7. Spesifikasi LCD 16x2 I2C (Kadir, 2015).....	26
Tabel 3- 8. Spesifikasi Pin LCD 16x2 I2C (Kadir, 2015).....	27
Tabel 3- 9. Spesifikasi Relay Single-Channel (Tinkbox, 2014)	28
Tabel 3- 10. Spesifikasi Pompa BLDC 12V (Brilian, 2018)	29
Tabel 3- 11. Perancangan Sensor BMP 280	32
Tabel 3- 12. Perancangan Sensor FC-28.....	33
Tabel 3- 13. Perancangan LCD 16x2 I2C	34
Tabel 3- 14. Perancangan Saklar Otomatis Pompa	35
Tabel 4- 1. Perancangan Detektor Keseluruhan.....	40
Tabel 4- 2. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Suhu.....	42
Tabel 4- 3. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Suhu.....	43
Tabel 4- 4. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Suhu.....	44
Tabel 4- 5. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Kelembaban Tanah.....	46
Tabel 4- 6. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Kelembaban Tanah.....	47
Tabel 4- 7. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Kelembaban Tanah.....	48
Tabel 4- 8 Rata-rata Error dan Akurasi dari Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1. Simbol Relay.....	13
Gambar 2- 2. Jenis Kontak Relay	15
Gambar 3- 1. Alur Perancangan.....	19
Gambar 3- 2. Sensor BMP 280	21
Gambar 3- 3. Sensor FC-28	22
Gambar 3- 4. Arduino UNO R3	24
Gambar 3- 5. LCD 16x2 I2C.....	26
Gambar 3- 6. Kontruksi Motor Brusless DC	29
Gambar 3- 7 Blok Diagram Sistem.....	30
Gambar 3- 8 Perancangan Sensor BMP 280.....	32
Gambar 3- 9 Perancangan Sensor FC-28	33
Gambar 3- 10 Perancangan LCD 16x2 I2C	34
Gambar 3- 11 Perancangan Saklar Otomatis Pompa	35
Gambar 3- 12. Diagram Alir	38
Gambar 4- 1 Perancangan Detektor Keseluruhan.....	39
Gambar 4- 2 Pembacaan Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28.....	41
Gambar 4- 3. Grafik Pembacaan Sensor BMP280 dan HTC-01 di Pegunungan..	42
Gambar 4- 4. Grafik Pembacaan Sensor BMP280 dan HTC-01 di Dataran Tinggi	43
Gambar 4- 5. Grafik Pembacaan Sensor BMP280 dan HTC-01 di Dataran Rendah	44
Gambar 4- 6. Grafik Pembacaan Sensor FC-28 dan Soil Tester di Pegunungan..	46
Gambar 4- 7. Grafik Pembacaan Sensor FC-28 dan Soil Tester di Dataran Tinggi	47
Gambar 4- 8. Grafik Pembacaan Sensor FC-28 dan Soil Tester di Dataran Rendah	48

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Foto Perancangan Hardware dan Software	54
LAMPIRAN 2 Pemrograman Detektor Suhu dan Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28.....	57
LAMPIRAN 3 Foto Uji Coba Detektor Suhu dan Kelembaban Tanah serta Pengambilan Data	60
LAMPIRAN 4 Lembar Bimbingan Skripsi oleh Pembimbing I	62
LAMPIRAN 5 Lembar Bimbingan Skripsi oleh Pembimbing II.....	63
LAMPIRAN 6 Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana oleh Pembimbing I	64
LAMPIRAN 7 Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana oleh Pembimbing II.....	65
LAMPIRAN 8 HASIL CEK TURNITIN.....	66

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara yang mengandalkan sektor pertanian sebagai sumber mata pencaharian dan penopang pembangunan. Meningkatnya jumlah kebutuhan pokok membuat para pelaku pertanian terdorong untuk meningkatkan hasil pertaniannya. Cabai merupakan salah satu komoditas bahan pangan pokok yang cukup digemari oleh masyarakat indonesia. Tanaman cabai memiliki daya adaptasi yang luas. Oleh karena itu, budidaya tanaman ini perlu dilakukan secara teratur hampir di seluruh wilayah indonesia, baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. (Departemen Pertanian, 2009) Untuk menghindari timbulnya berbagai masalah dalam budidaya tanaman cabai, perlu dilakukan usaha pemeliharaan secara baik dan benar. Observasi atau pengamatan merupakan salah satu dari 4 hal utama dalam pemeliharaan tanaman cabai. Upaya ini dilakukan untuk mencapai efektifitas dan hasil akhir yang maksimal. Sehingga, budidaya tanaman cabai dapat dilakukan secara berkelanjutan dan produknya aman untuk dikonsumsi. Beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam budidaya tanaman cabai adalah suhu dan kelembaban tanah (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendukung terbentuknya sensing technology. Dengan bantuan sensor yang terintegrasi memungkinkan petani cabai mengobservasi kondisi tanaman cabai secara akurat. Salah satu penelitian yang berkaitan dengan hal ini adalah “Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 dan Arduino Uno”. Perancangan pada penelitian tersebut memanfaatkan sensor FC-28 dan arduino uno. Cara pengujian alatnya yaitu dengan membenamkan sensor FC-28 ke tanah. Kemudian, sensor akan mengirimkan nilai ADC kelembaban tanah ke arduino uno dan mentransmisikannya ke layar komputer. Kekurangan dari alat tersebut adalah pendeksiyan kelembaban tanah tidak ditampilkan

dalam bentuk prosentase. Sehingga, tidak diketahui berapa prosentase kelembaban tanah yang dapat terbaca oleh sensor tersebut (Husdi, 2018).

Adapun penelitian lain yang berhubungan yaitu “Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Atmega328p dengan Sensor FC-28 V1.2”. Penelitian tersebut memanfaatkan sensor FC-28 V1.2, arduino, LCD, relay, dan pompa air. Cara pengujian alatnya yaitu dengan membenamkan sensor FC-28 ke wadah yang berisi tanah dengan 3 kondisi berbeda. Hasil prosentase kelembaban tanah tersebut ditampilkan pada LCD dan pompa air akan aktif apabila berada di kondisi tertentu. Kekurangan dari alat ini adalah tidak dapat menampilkan suhu sekitar (Namora, 2020).

Tabel 1- 1 Perbandingan Kedua Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 dan Arduino Uno (Husdi, 2018)	Dapat mendekripsi tingkat kelembaban tanah	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan sensor FC-28 • Pendekripsi kelembaban tanah berdasarkan nilai ADC • Tidak terdapat penyiram tanaman otomatis
2.	Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Atmega328p dengan Sensor FC-28 V1.2 (Namora, 2020)	Dapat mendekripsi tingkat kelembaban tanah	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan sensor FC-28 V1.2 • Pendekripsi kelembaban tanah ditampilkan dalam bentuk prosentase • Terdapat penyiram tanaman otomatis

Berdasarkan temuan diatas, penelitian ini akan membahas tentang bagaimana cara merancang detektor suhu dan kelembaban tanah serta implementasinya pada tanaman cabai di wilayah yang berbeda-beda. Sensor yang digunakan yaitu sensor tekanan udara BMP 280 dan sensor kelembaban tanah FC-28.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu dan kelembaban tanah di wilayah tertentu menggunakan detektor yang dirancang, kemudian membandingkannya dengan HTC-01 dan soil tester. Apabila rancangan detektor ini sukses, maka penelitian selanjutnya akan diimplementasikan pada tanaman cabai di wilayah yang berbeda-beda. Penerapan uji coba detektor ini berguna untuk menentukan daerah terbaik untuk ditanami tanaman tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, terdapat beberapa rumusan masalah yang dapat diangkat pada penelitian ini, yakni sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang detektor suhu dan kelembaban tanah menggunakan sensor BMP 280 dan sensor FC-28.
2. Berapa prosentase akurasi dari perbandingan kedua sensor dengan alat ukur yang ada di pasaran.
3. Dimana wilayah terbaik untuk ditanami tanaman cabai.

1.3 Batasan Masalah

Supaya penelitian ini tidak menyimpang dari perumusan masalah, maka dibutuhkan batasan, yakni sebagai berikut:

1. Tanah yang dijadikan objek penelitian adalah jenis tanah Indonesia yang gembur dan mengandung unsur hara.
2. Dalam perancangan detektor hanya akan dihitung nilai error, persentase error, dan persentase akurasi sebagai perbandingan dengan alat ukur lain.
3. Detektor hanya dibandingkan dengan alat ukur yang ada di pasaran dan tidak dibandingkan dengan alat ukur standart.
4. Pengambilan data dilakukan pada siang hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan suhu dan kelembaban tanah di tiga wilayah yang berbeda.
2. Membandingkan rancangan detektor dengan alat ukur lain.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan beberapa manfaat, diantaranya sebagai berikut:

1. Pengetahui kinerja detektor berdasarkan metode uji akurasi.
2. Mengetahui wilayah terbaik untuk ditanami tanaman cabai.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh Proposal Skripsi yang sistematis, maka diperlukan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : DASAR TEORI

Pada bab ini membahas tentang uraian teori pendukung.

BAB III : METODOLOGI

Pada bab ini meliputi penjelasan tentang metode penelitian yang digunakan, alur perancangan, identifikasi kebutuhan, dan metode perancangan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang hasil pengujian dan analisa penelitian secara menyeluruh.

BAB V : SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB 2 DASAR TEORI

2.1 Tanaman Cabai

Cabai merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki banyak manfaat serta bernilai ekonomi tinggi. Sayuran ini memiliki peluang pasar yang tergolong cukup besar dengan rata-rata konsumsi cabai 5 Kg/ Kapita/ Tahun (2003) dan 90 persen cabai dikonsumsi dalam bentuk segar. Untuk itu diperlukan budidaya cabai sesuai dengan Good Agriculture Practices (GAP) agar produksi cabai terus meningkat dan petani cabai bisa untung untuk kedepannya (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013).

2.2 Pemeliharaan Tanaman Cabai

Tanaman cabai dapat tumbuh di wilayah Indonesia dari dataran rendah hingga dataran tinggi, baik pada daerah yang kurang hujan maupun yang sering hujan. Suhu yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman ini yakni berkisar 25°C hingga 27°C pada siang hari dan 18°C hingga 20°C pada malam hari. Tanaman cabai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah asal drainase dan aerasi tanah cukup baik selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kelembaban tanah yang sesuai adalah 60%RH hingga 80%RH. Penyiraman tanaman cabai disesuaikan dengan keadaan tanahnya. Jika menurut pengamatan kondisi kelembaban tanah cenderung ideal maka tidak perlu dilakukan penyiraman air (Departemen Pertanian, 2007).

Menurut organisasi pangan dan pertanian, dalam pemeliharaan tanaman cabai perlu memperhatikan 4 hal utama berikut untuk mencapai efektivitas dan hasil akhir yang maksimal, diantaranya (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013):

- 1. Sanitasi/kebersihan**

Menjaga kebersihan tanaman, air, perkakas dan hal-hal lain terkait berguna untuk menghindari munculnya penyakit pada tanaman.

2. Observasi/pengamatan

Melakukan pengamatan secara rutin dan berkala terhadap kondisi tanaman agar tahu betul akan masalah yang timbul dan tindakan yang akan dilakukan. Faktor pengamatan sangat penting untuk efektivitas waktu dan tenaga. Kegiatan pengamatan salah satunya meliputi pengecekan suhu serta kelembaban tanah.

3. Evaluasi

Tidak mengabaikan evaluasi dan belajar dari pengalaman agar semakin mahir dan sigap untuk kedepannya.

4. Aksi/tindakan

Mengambil tindakan sesuai dengan permasalahannya dengan tepat guna supaya tidak ada pemborosan tenaga, waktu, dan biaya karena kesalahan aksi.

2.3 Kenampakan Alam

Kenampakan alam, juga disebut bentang alam, mencakup segala sesuatu yang dibentuk oleh peristiwa yang terjadi di alam. Kenampakan alam merujuk pada fitur geografis yang terbentuk di permukaan Bumi melalui proses alami seperti erosi, endapan, pergerakan lempeng tektonik, aktivitas vulkanik, dan sebagainya. Setiap kenampakan alam memiliki ciri khasnya sendiri dan terbentuk melalui interaksi kompleks antara faktor geologi, iklim, dan waktu. Suhu dan kelembaban tanah dapat bervariasi di setiap kenampakan alam, tergantung pada faktor-faktor seperti lokasi geografis, ketinggian, iklim regional, dan sebagainya. Berikut adalah bentuk kenampakan alam, diantaranya (Achmad et al., 2016):

1. Pegunungan

Pegunungan merupakan sekumpulan barisan bukit. Pegunungan disebabkan oleh proses lipatan dan patahan dari tenaga endogen. Di daerah pegunungan, suhu umumnya menurun seiring dengan kenaikan ketinggian. Di puncak gunung, temperatur bisa sangat dingin.

Kelembaban tanah di pegunungan dipengaruhi oleh curah hujan yang lebih tinggi dan drainase yang lebih baik di lereng gunung.

2. Dataran Tinggi

Dataran tinggi biasanya memiliki udara yang sejuk dan memiliki ketinggian lebih dari 500 meter di atas permukaan laut. Banyak aktivitas pertanian juga dilakukan di dataran tinggi. Suhu pada dataran tinggi umumnya lebih rendah daripada di daerah dataran rendah. Ini disebabkan oleh efek adiabatik, di mana udara di dataran tinggi mengalami penurunan suhu saat naik ke ketinggian yang lebih tinggi. Kelembaban tanah di dataran tinggi juga dapat bervariasi tergantung pada curah hujan dan drainase. Secara umum, dataran tinggi memiliki drainase yang lebih baik karena lereng yang curam, yang memungkinkan air mengalir dari tanah lebih cepat.

3. Dataran Rendah

Dataran rendah adalah daerah dengan ketinggian antara 0 dan 200 meter di atas permukaan laut. Karena mudah dijangkau, banyak orang menggunakan dataran ini untuk pertanian, perumahan, dan tujuan lainnya. Di dataran rendah, suhu udara dapat bervariasi tergantung pada musim. Pada musim panas, suhu udara bisa cukup tinggi, sementara pada musim dingin, suhu udara bisa lebih rendah. Kelembaban tanah di dataran rendah dapat bervariasi tergantung pada curah hujan dan drainase lokal.

2.4 Sensor

Sensor merupakan komponen pendekripsi sinyal yang mana sinyal tersebut dihasilkan dari perubahan energi, seperti energi listrik, energi fisik, energi kimia, energi biologis, energi mekanik, dan sebagainya. Sensor dalam sistem instrumentasi adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana variabel diukur lalu menghasilkan output dalam format tertentu tergantung pada variabel input, dan kemudian dapat digunakan oleh bagian lain

dari sistem pengukuran. Sensor diproduksi dengan ukuran sangat kecil (nanometer) sehingga mudah digunakan dan hemat energi (Yusro, 2019).

2.5 Sensor Tekanan Udara

Sensor tekanan udara adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur tekanan udara di sekitar lingkungannya. Sensor ini mendeteksi perbedaan tekanan antara udara di sekitarnya dengan tekanan referensi atau tekanan nol. Sensor tekanan udara dapat menggunakan berbagai prinsip kerja untuk mengukur tekanan udara. Sensor tekanan udara digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem pengukuran dan kendali tekanan, aplikasi meteorologi, sistem keamanan, kendaraan udara, dan sistem pneumatik. Beberapa jenis sensor tekanan udara yang umum digunakan meliputi, diantaranya (Yusro, 2019):

1. Sensor Piezoresistive

Sensor ini menggunakan perubahan resistansi pada bahan piezoresistive (bahan yang mengalami perubahan resistansi ketika dikenai tekanan) untuk mengukur tekanan. Perubahan resistansi ini dikonversi menjadi sinyal listrik yang dapat diinterpretasikan sebagai nilai tekanan.

2. Sensor Kapasitif

Sensor kapasitif mengukur perubahan kapasitansi antara dua pelat atau permukaan yang dipisahkan oleh lapisan dielektrik ketika dikenai tekanan udara. Perubahan kapasitansi ini diubah menjadi sinyal tegangan atau arus yang sesuai dengan tekanan udara.

3. Sensor Piezoelektrik

Sensor piezoelektrik menghasilkan muatan listrik ketika dikenai tekanan mekanis. Perubahan muatan ini kemudian diubah menjadi sinyal listrik yang dapat diinterpretasikan sebagai tekanan udara.

4. Sensor Resonansi

Sensor resonansi menggunakan prinsip perubahan frekuensi resonansi suatu elemen resonansi (seperti membran) ketika dikenai tekanan udara. Perubahan frekuensi ini dikonversi menjadi sinyal tekanan yang dapat diukur.

2.6 Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban tanah adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban atau kadar air dalam tanah. Sensor ini dirancang khusus untuk memberikan informasi tentang kondisi kelembaban tanah, yang merupakan faktor penting dalam pertanian, kebun, dan pengelolaan irigasi. Sensor kelembaban tanah biasanya terdiri dari dua elektroda yang ditanamkan dalam tanah untuk mengukur kelembaban relatif di sekitar area pengukuran. Ketika tanah menjadi lembab, konduktivitas listrik di antara elektroda akan berubah, dan perubahan ini diubah menjadi sinyal yang dapat diinterpretasikan sebagai tingkat kelembaban tanah. Berikut beberapa jenis sensor kelembaban tanah yang umum digunakan, diantaranya (Yusro, 2019):

1. Sensor Resistif

Sensor ini menggunakan perubahan resistansi elektrik dalam tanah untuk mengukur kelembaban. Perubahan resistansi ini biasanya disebabkan oleh perubahan konduktivitas air di dalam tanah.

2. Sensor Kapasitif

Sensor kapasitif mengukur perubahan kapasitansi antara dua elektroda yang terpisah oleh lapisan dielektrik (tanah) saat kelembaban tanah berubah. Perubahan kapasitansi ini dikonversi menjadi nilai kelembaban tanah.

3. Sensor Tensiometer

Sensor tensiometer menggunakan prinsip perubahan tekanan air dalam pori-pori tanah untuk mengukur kelembaban. Sensor ini memiliki pipa kaca yang ditanam dalam tanah dan mengukur tekanan air di dalamnya.

4. Sensor Time Domain Reflectometry (TDR)

Sensor TDR mengukur kecepatan gelombang elektromagnetik yang melewati tanah untuk memperkirakan kelembaban. Perubahan waktu pantulan gelombang digunakan untuk menghitung kelembaban tanah.

2.7 Mikrokontroller

Mikrokontroler adalah sebuah chip atau perangkat semikonduktor yang terintegrasi dengan unit pemrosesan pusat (CPU), memori, dan perangkat input/output (I/O) dalam satu rangkaian terpadu. Mikrokontroler dirancang khusus untuk mengontrol dan menggerakkan sistem atau aplikasi tertentu dengan cara yang terprogram. Berikut komponen utama yang biasanya ada dalam mikrokontroler, diantaranya (Sasmoko, 2021):

1. Central Processing Unit (CPU): Merupakan inti pemrosesan mikrokontroler yang bertanggung jawab untuk menjalankan instruksi-instruksi program yang diberikan ke mikrokontroler.
2. Memori: Mikrokontroler memiliki dua jenis memori utama, yaitu:
 - Program Memory: Biasanya berupa Flash memory yang digunakan untuk menyimpan kode program yang akan dijalankan oleh CPU.
 - Data Memory: Digunakan untuk menyimpan data yang diperlukan selama operasi mikrokontroler. Data memory dapat terdiri dari RAM (Random Access Memory), register internal, atau EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory).
3. Input/Output (I/O) Ports: Mikrokontroler memiliki pin-pin I/O yang digunakan untuk berkomunikasi dengan dunia luar, seperti membaca input dari sensor atau mengendalikan output ke perangkat eksternal. Pin I/O dapat digunakan sebagai input atau output digital, maupun sebagai input analog dengan menggunakan konverter analog-ke-digital yang terintegrasi.

4. Periferal: Mikrokontroler seringkali dilengkapi dengan periferal terintegrasi seperti timer/counters, modul komunikasi serial (seperti UART, SPI, I2C), PWM (Pulse Width Modulation), ADC (Analog-to-Digital Converter), DAC (Digital-to-Analog Converter), dan lain-lain. Periferal ini membantu dalam fungsi khusus seperti pengukuran waktu, komunikasi data, kontrol motor, dan banyak lagi.

Mikrokontroler digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem kendali otomatis, peralatan rumah tangga, perangkat medis, sistem keamanan, kendaraan, peralatan industri, dan banyak lagi. Kemampuan programabilitas dan pengintegrasian perangkat keras yang kompak menjadikan mikrokontroler sangat populer dalam pengembangan sistem elektronik yang terbatas dalam ukuran dan daya. Berikut beberapa jenis mikrokontroller yang umum digunakan, diantaranya (Sasmoko, 2021):

1. Mikrokontroler 8-bit: Mikrokontroler 8-bit memiliki lebar data 8-bit pada unit pemrosesan pusat (CPU). Mereka umumnya digunakan dalam aplikasi sederhana dan berbiaya rendah, seperti kontrol perangkat rumah tangga, sistem kendali otomatis, dan mainan elektronik.
2. Mikrokontroler 16-bit: Mikrokontroler 16-bit memiliki lebar data 16-bit pada unit pemrosesan pusat (CPU). Mereka menawarkan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan mikrokontroler 8-bit dan digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan pemrosesan data yang lebih kompleks.
3. Mikrokontroler 32-bit: Mikrokontroler 32-bit memiliki lebar data 32-bit pada unit pemrosesan pusat (CPU). Mereka menawarkan kinerja yang lebih tinggi, kemampuan pemrosesan data yang kompleks, dan lebih banyak memori. Mikrokontroler 32-bit sering digunakan dalam aplikasi industri, komunikasi, dan sistem tertanam yang lebih canggih.
4. Mikrokontroler ARM: ARM (Advanced RISC Machine) adalah arsitektur mikrokontroler yang sangat populer dan digunakan oleh

banyak produsen mikrokontroler. Mikrokontroler ARM menawarkan kinerja tinggi, efisiensi daya, dan fleksibilitas dalam berbagai aplikasi.

5. Mikrokontroler PIC (Peripheral Interface Controller): Mikrokontroler PIC dikembangkan oleh Microchip Technology dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik. Mereka menawarkan berbagai pilihan mikrokontroler 8-bit, 16-bit, dan 32-bit dengan fitur-fitur yang beragam.
6. Mikrokontroler AVR: Mikrokontroler AVR dikembangkan oleh Atmel Corporation (sekarang diakuisisi oleh Microchip Technology). Mikrokontroler AVR banyak digunakan dalam proyek DIY (Do-It-Yourself) dan prototipe elektronik karena mudah digunakan dan memiliki banyak dukungan di komunitas pengembang.
7. Mikrokontroler ESP8266 dan ESP32: Mikrokontroler ini dikembangkan oleh Espressif Systems dan terkenal karena kemampuan komunikasi nirkabel yang terintegrasi seperti Wi-Fi dan Bluetooth. Mikrokontroler ini sering digunakan dalam aplikasi Internet of Things (IoT) dan proyek cerdas.

2.8 Liquid Crystal Display I2C

Liquid Crystal Display atau LCD adalah komponen elektronika yang biasa digunakan untuk menampilkan suatu data berupa karakter, huruf, simbol, dan juga grafik. LCD I2C merupakan modul LCD yang menggunakan protokol komunikasi I2C (inter-integrated circuit) untuk menghubungkan mikrokontroler ke LCD. Keuntungan menggunakan modul LCD ini adalah mengurangi jumlah pin yang dibutuhkan untuk mengontrol LCD. Komunikasi I2C hanya memerlukan dua pin saja untuk mengirim data dan perintah ke LCD. Berikut Beberapa jenis modul LCD I2C yang umum digunakan, diantaranya (Bali, 2021):

1. LCD 16x2 I2C

LCD 16x2 I2C adalah jenis modul LCD I2C yang paling umum. Mereka memiliki 2 baris dengan 16 karakter pada setiap baris. Modul ini biasanya digunakan untuk menampilkan teks atau pesan pendek.

2. LCD 20x4 I2C

Modul ini memiliki 4 baris dengan 20 karakter pada setiap barisnya. Modul LCD jenis ini dapat menampilkan lebih banyak teks atau pesan dibandingkan dengan modul LCD 16x2, sehingga lebih berguna untuk aplikasi yang membutuhkan tampilan teks yang lebih panjang.

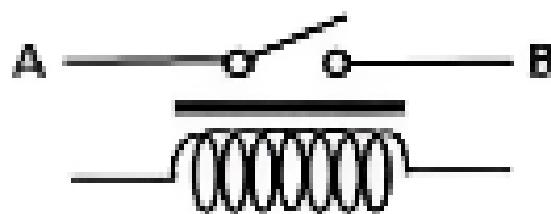
3. LCD OLED I2C

Selain modul LCD dengan tampilan karakter, ada juga modul LCD OLED yang menggunakan teknologi OLED untuk tampilan yang lebih cerah dan kontras. Modul LCD OLED I2C tersedia dalam berbagai ukuran, seperti 0.96 inci atau 1.3 inci, dan dapat menampilkan teks dan gambar dengan resolusi yang baik.

4. LCD TFT I2C

Modul LCD TFT (Thin Film Transistor) I2C menggunakan layar TFT berwarna dengan resolusi yang lebih tinggi dan kemampuan tampilan grafis. Mereka dapat menampilkan teks, gambar, dan antarmuka pengguna yang lebih interaktif. Modul LCD TFT I2C biasanya digunakan dalam aplikasi seperti panel kontrol, perangkat medis, dan lainnya.

2.9 Relay



Gambar 2- 1. Simbol Relay
(Sumber : Komponen Elektronika)

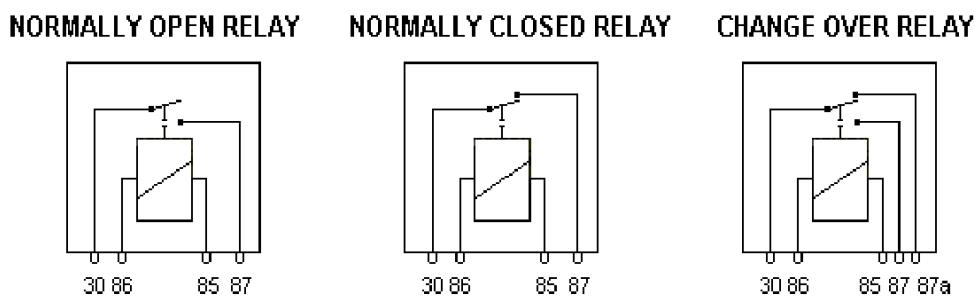
Relay adalah suatu komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektromagnetik yang mengendalikan arus listrik dengan bantuan sinyal atau tegangan yang lebih kecil. Relay bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana aliran arus ke koil elektromagnetik menghasilkan medan magnet yang kemudian menarik atau melepaskan kontak listrik. Relay memungkinkan pengendalian perangkat atau sirkuit yang membutuhkan arus yang lebih besar dengan menggunakan sinyal atau tegangan yang lebih kecil. Contoh penggunaan relay termasuk pengendalian motor listrik, lampu, solenoid, pompa, dan sebagainya. Relay terdiri dari tiga bagian utama, diantaranya (Basri, 2018):

1. Common merupakan bagian yang terhubung dengan NC saat keadaan normal dan akan tersambung ke NO saat relay telah terjadi induksi magnetik.
2. Koil (kumparan) merupakan bagian utama relay yang berfungsi untuk menciptakan medan magnet.
3. Kontak yang terdiri dari Normally Open, Normally Closed, dan Change-Over (CO). Kontak tersebut dapat terbuka atau tertutup tergantung pada status relay. Kontak relay berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan sirkuit ketika relay diaktifkan atau tidak diaktifkan.

Terdapat tiga jenis relay berdasarkan cara kerjanya, yaitu (Basri, 2018):

1. Normally Close (NC) merupakan kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup). Kontak Normally Closed biasanya digunakan untuk memutuskan sirkuit saat relay diaktifkan.
2. Normally Open (NO) merupakan kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka). Kontak Normally Open biasanya digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan sirkuit saat relay diaktifkan.
3. Change-Over (CO) merupakan terminal yang menjadi titik pusat untuk kedua jenis kontak, yaitu NO dan NC. Ketika relay tidak teraktivasi,

terminal Common dapat terhubung dengan kontak Normally Closed. Saat relay diaktivasi, terminal Common dapat terhubung dengan kontak Normally Open.



Gambar 2- 2. Jenis Kontak Relay
(Sumber : Komponen Elektronika)

Berdasarkan jumlah kontak yang dimiliki, jenis-jenis relay dapat dibagi menjadi beberapa kategori utama, diantaranya (Basri, 2018):

1. Single Channel Relay

Relay ini memiliki satu kontak (channel) tunggal yang dapat membuka atau menutup sirkuit tunggal.

2. Double Channel Relay

Relay ini memiliki dua kontak (channel) yang dapat membuka atau menutup dua sirkuit secara independen atau bersamaan.

3. Multi-Channel Relay

Relay ini memiliki lebih dari dua kontak (channel) yang dapat mengontrol beberapa sirkuit atau perangkat secara independen.

4. Multi-Pole Relay

Jenis relay ini memiliki lebih dari satu pasang kontak untuk mengontrol lebih dari satu sirkuit secara bersamaan. Misalnya, DPDT (Double Pole Double Throw) adalah relay dengan dua pasang kontak yang dapat membuka dan menutup dua sirkuit berbeda secara bersamaan.

2.10 Pompa Air DC

Pompa air DC adalah jenis pompa yang menggunakan sumber daya listrik arus searah (Direct Current) untuk menggerakkan mekanisme pompa dan memindahkan air. Pompa air DC terdiri dari beberapa komponen, diantaranya (Brilian, 2018):

1. Motor DC

Motor DC adalah komponen utama yang menggerakkan impeller untuk memindahkan air. Motor DC mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang digunakan untuk menggerakkan rotor pompa.

2. Impeller

Impeller adalah komponen yang berputar di dalam pompa air DC dan bertanggung jawab untuk menghisap dan mendorong air. Ketika motor berputar, impeller juga ikut berputar yang kemudian menciptakan gaya sentrifugal untuk memindahkan air.

3. Casing

Casing adalah bagian yang mengelilingi motor dan impeller. Komponen ini berfungsi untuk menahan air dan mengalirkan aliran air melalui saluran.

4. Saluran Air

Saluran air digunakan untuk mengarahkan aliran air dari sumber ke tujuan yang diinginkan.

5. Pengendali

Pengendali atau kontroler berfungsi untuk mengatur operasi dan pengoperasian pompa. Komponen ini memantau dan mengatur kecepatan, arah putaran, dan fitur lainnya pada pompa air DC.

6. Sumber Daya

Pompa air DC membutuhkan sumber daya listrik DC untuk menggerakkan motor. Sumber daya ini bisa berasal dari baterai, panel surya, adaptor atau sumber daya DC lainnya yang sesuai dengan kebutuhan pompa.

2.11 Teknik Analisa Pengukuran

Hasil pengukuran suhu akan dibandingkan dengan Thermohygrometer HTC-01. Sedangkan, hasil pengukuran kelembaban tanah akan dibandingkan dengan Soil Tester. Dalam menganalisa prosentase error atau tingkat akurasi dari suatu rancangan, diberlakukan rumus-rumus, sebagai berikut (Faradiba, 2020):

$$\%ERROR = \left| \frac{x - x_i}{x} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$Akurasi = 100\% - \bar{\Sigma}\% ERROR \quad (2)$$

Dimana,

x = Nilai terukur pada alat ukur lain

x_i = Nilai terukur pada rancangan alat

ERROR = Nilai Error

%ERROR = Prosentase nilai error

$\bar{\Sigma}\% ERROR$ = Rata-rata keseluruhan nilai error

BAB 3 METODOLOGI

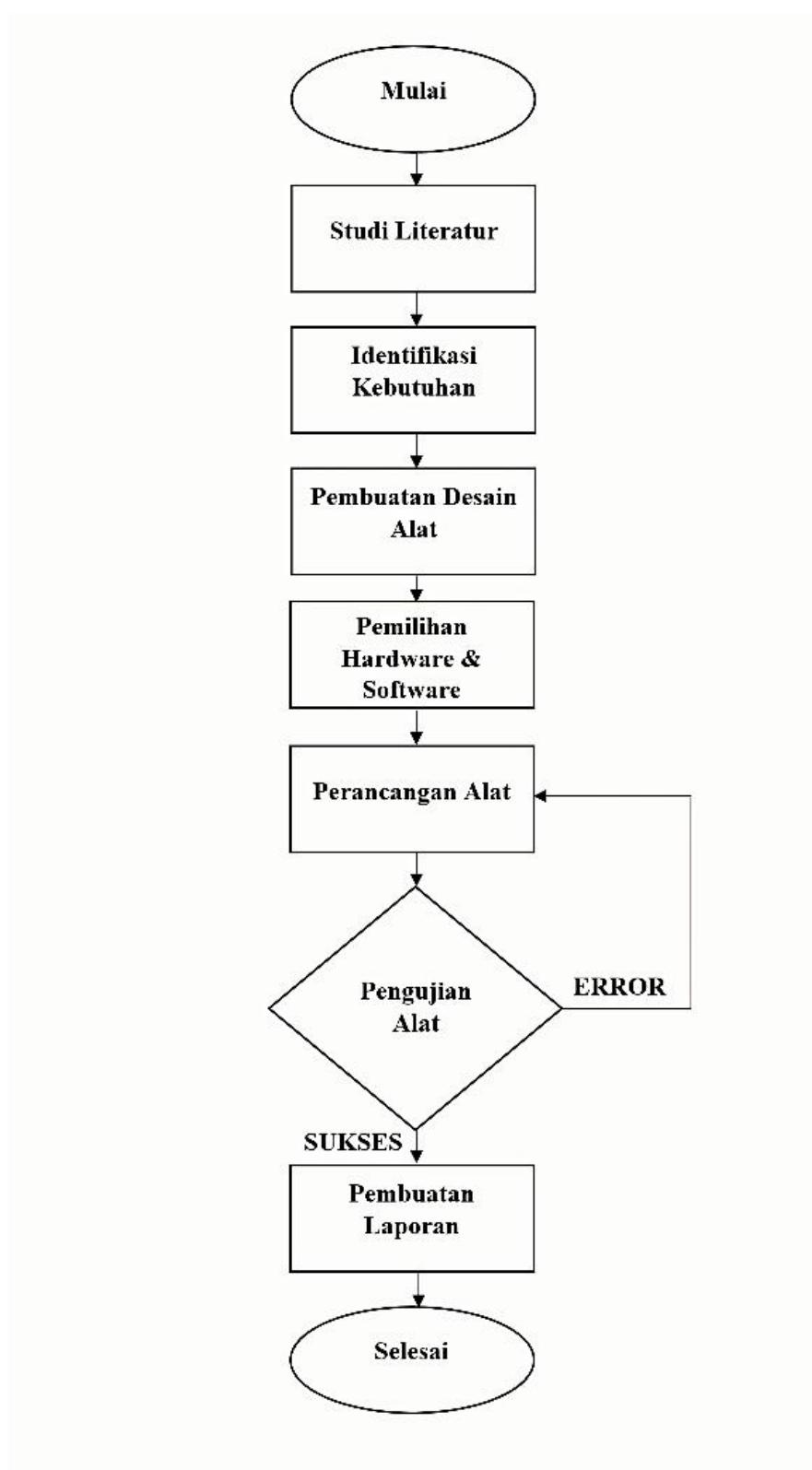
3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian jenis perancangan yang mana merancang detektor suhu dan kelembaban tanah berbasis sensor BMP 280 dan sensor FC-28. Penelitian ini menggunakan dua metode penelitian, yaitu:

1. Metode Observasi Partisipan, yang mana Peneliti tetap sebagai pengamat namun juga berinteraksi dengan subjek penelitian untuk mendapatkan wawasan yang lebih dalam tentang fenomena yang diteliti.
2. Metode Uji Akurasi Sensor, yang mana Peneliti menguji ketepatan sensor dalam mengukur parameter tertentu dengan cara membandingkan hasil sensor dengan alat ukur lain.

3.2 Alur Perancangan

Alur perancangan membantu memandu para perancang untuk mengorganisasi dan menyusun tahapan yang logis dalam proses perancangan, sehingga memudahkan dalam mencapai tujuan akhir yang diinginkan. Alur perancangan juga berfungsi untuk memastikan bahwa setiap tahapan dalam proses perancangan dijalankan dengan benar, memastikan hasil akhir yang diinginkan dicapai dengan tepat, dan meminimalkan risiko kesalahan atau masalah yang dapat timbul selama proses perancangan. Alur perancangan yang baik dapat mengarah pada pengembangan produk atau sistem yang lebih efisien, inovatif, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Berikut adalah alur perancangan detektor suhu dan kelembaban tanah menggunakan sensor BMP 280 dan sensor FC-28, yaitu :



Gambar 3- 1. Alur Perancangan
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

3.3 Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan adalah proses mengidentifikasi dan mendefinisikan keinginan, harapan, atau persyaratan yang harus dipenuhi oleh suatu proyek. Identifikasi kebutuhan bertujuan untuk menjelaskan beberapa perangkat yang dibutuhkan dalam perancangan suatu alat. Berikut adalah perangkat yang dibutuhkan untuk merancang detektor suhu dan kelembaban tanah menggunakan sensor BMP 280 dan sensor FC-28, diantaranya:

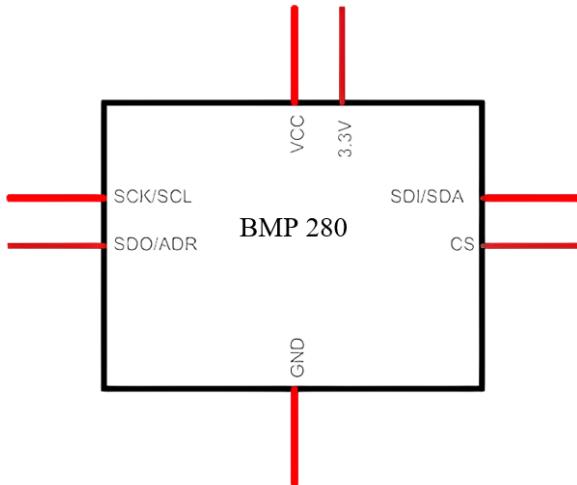
Tabel 3- 1. Kebutuhan Hardware

No	Perangkat Keras	Jumlah	Keterangan
1.	Adaptor	1 buah	Sumber tegangan
2.	Arduino Uno R3	1 buah	Pusat pengendali
3.	<i>Breadboard</i>	1 buah	Perantara pendukung
4.	Kabel Jumper	secukupnya	Penghubung antar komponen
5.	LCD I2C	1 buah	Indikator keluaran sensor
6.	Pompa Air	1 buah	Pengalir air
7.	<i>Relay, 1 Channel 5 Volt</i>	1 buah	Saklar kendali pompa air
8.	Sensor FC-28	1 buah	Pengukur tingkat kelembaban tanah
9.	Sensor BMP 280	1 buah	Pengukur suhu sekitar

Tabel 3- 2. Kebutuhan Software

No	Perangkat Lunak	Keterangan
1.	Fritzing V9.2	Untuk simulasi Perancangan perangkat keras
2.	Arduino IDE 2.0.0	Untuk mengirim program ke mikrokontroler

3.3.1. Sensor BMP 280



Gambar 3-2. Sensor BMP 280
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

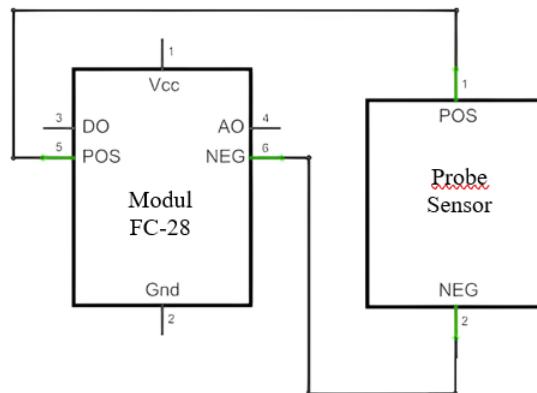
BMP 280 merupakan sensor yang digunakan untuk membaca variabel tekanan udara dengan tingkat akurasi tinggi. Sensor BMP 280 adalah sensor tekanan atmosfer dan suhu berbasis MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) yang diproduksi oleh Bosch Sensortec. Sensor ini berdimensi $2\text{mm} \times 2,5\text{mm} \times 0,95\text{mm}$ ini dapat membaca tekanan barometrik dengan jarak 30kPa hingga 110 kPa. BMP 280 juga mampu membaca temperatur serta kelembaban udara. Sensor ini merupakan versi terbaru dari BMP 180 dan BMP 085. BMP 280 terdiri dari teknologi sensor tekanan piezo-resistif bosch dan sinyal application-specific integrated circuit (ASIC) yang bertanggung jawab untuk melakukan konversi analog/digital (A/D).

Sensor BMP 280 dapat mendeteksi ketinggian objek dengan memanfaatkan tekanan udara saat berada di atas udara dalam suatu wilayah tertentu. Semakin tinggi suatu tempat maka semakin sedikit kadar udara yang ada. Sehingga, tekanan udara menjadi semakin kecil. Sensor ini mampu beroperasi di tiga mode daya, yakni sleep mode, normal mode, dan forced mode. Berikut adalah spesifikasi parameter dari sensor tekanan udara BMP 280, yakni (Sensortec, 2015):

Tabel 3- 3. Spesifikasi Sensor BMP 280 (Sensortec, 2015)

Parameter	Simbol	Kondisi	Minimum	Normal	Maksimum	Satuan
Kisaran temperatur operasi	T _A	Operasional	-40	+25	+85	°C
		Akurasi penuh	0	-	+65	
Kisaran tekanan operasi	P	Akurasi penuh	300	-	1100	hPa
Tegangan suplai antarmuka	V _{DDIO}	-	1,2	1,8	3,6	V
Arus pada pengukuran temperatur	I _{DDT}	-	-	325	-	μA
Arus mode tidur	I _{DDSL}	25°C	-	0,1	0,3	
Arus mode normal	I _{DDSB}	25°C	-	0,2	0,5	

3.3.2. Sensor FC-28

Gambar 3- 3. Sensor FC-28
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Sensor FC-28 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat kadar air yang tersimpan diantara pori-pori tanah. Sensor ini terdiri dari dua buah probe yang berfungsi untuk melewatkkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya dan mendapatkan tingkat kelembaban. Nilai resistansi ini berbanding terbalik dengan nilai tingkat kelembaban

tanah. Dimana, semakin tinggi kadar air dalam tanah maka resistansinya akan semakin rendah. Sebaliknya, jika kadar air dalam tanah rendah, maka resistansinya semakin tinggi (Kadir, 2015).

Sensor FC-28 biasanya digunakan untuk kepentingan penyiraman media tanaman secara otomatis apabila kelembaban tanah mencapai nilai tertentu. Hal ini dibutuhkan karena kurang atau terlalu banyaknya air dalam tanah dapat mengganggu kesehatan tanaman. Terdapat empat buah pin pada sensor ini, yaitu VCC, A0, D0, dan GND. Sensor FC-28 memiliki spesifikasi tegangan input sebesar 3,3 Volt hingga 5 Volt, tegangan output sebesar 0 hingga 4,2 Volt, dan rentang nilai ADC sebesar 1024 bit yang dimulai dari 0 hingga 1023 bit (Suryana, 2021).

Sensor FC-28 membaca kondisi tanah menggunakan rentang nilai ADC. Berikut tiga kondisi tanah yang dapat dibaca oleh sensor berdasarkan hasil penelitian “Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 dan Arduino Uno”, diantaranya (Husdi, 2018):

Tabel 3- 4. Pembacaan Tiga Kondisi Tanah oleh sensor FC-28 (Husdi, 2018)

Kondisi Tanah	Nilai ADC
Basah	150 – 339
Lembab	340 – 475
Kering	476 – 1023

Nilai ADC yang dikeluarkan sensor ini dapat diubah ke bentuk pecahan prosentase dengan persamaan, sebagai berikut (Sasmoko, 2021):

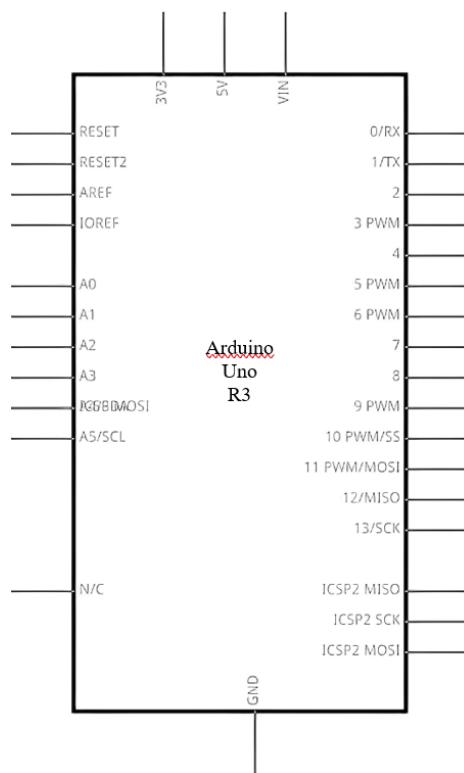
$$Kelembaban (\%RH) = 100 - \left(\frac{Nilai\ ADC}{1023} \times 100 \right) \quad (4)$$

Dengan menginput persamaan tersebut ke dalam algoritma pemrograman, maka akan terbentuk logika, sebagai berikut:

Tabel 3- 5. Persentase Tiga Kondisi tanah oleh sensor FC-28

Kondisi Tanah	Nilai ADC	
	Batas Bawah	Batas Atas
Basah	150	339
<i>Prosentase Kelembaban (% RH)</i>	85	66
Lembab	340	475
<i>Prosentase Kelembaban (% RH)</i>	66	53
Kering	476	1023
<i>Prosentase Kelembaban (% RH)</i>	53	0

3.3.3. Arduino Uno R3

Gambar 3- 4. Arduino UNO R3
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

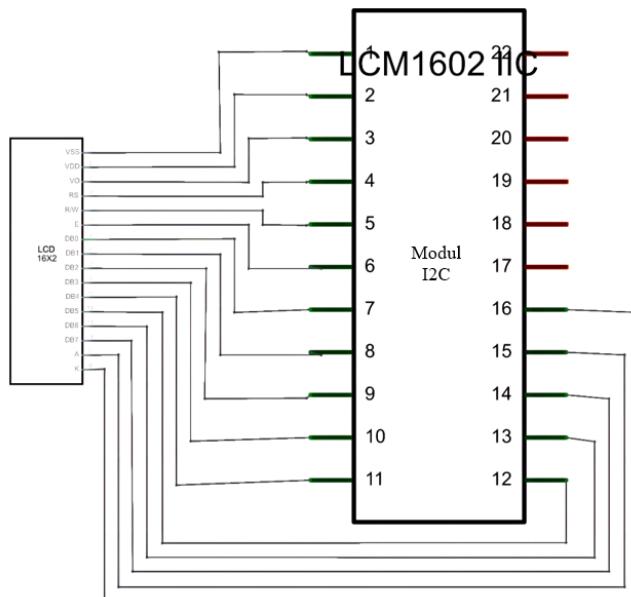
Perancangan detektor ini menggunakan Arduino Uno R3 (Revisi 3). Arduino Uno R3 adalah versi terakhir dari Arduino Uno yang telah diperbarui dengan beberapa peningkatan seperti penggunaan chip mikrokontroler terbaru yakni ATmega328P, penambahan pin I/O dan fitur, serta pembaruan desain. Mikrokontroler

ATmega328P adalah salah satu produk dari keluarga mikrokontroler AVR yang dikembangkan oleh perusahaan Atmel Corporation. Berikut spesifikasi teknis dari Arduino Uno R3, diantaranya (Sasmoko, 2021):

Tabel 3- 6. Spesifikasi Arduino Uno R3 (Sasmoko, 2021)

Parameter	Keterangan	
Mikrokontroler ATmega328P	Kecepatan clock	16 MHz
	Memori flash	32 KB
	SRAM	2 KB
	EEPROM	1 KB
Tegangan Operasional	Input	7 - 20 Volt (direkomendasikan 7 - 12 Volt)
	Output (5V pin)	5 Volt
	Output (3.3V pin)	3.3 Volt
	Regulator	5 Volt
Pin I/O	Digital I/O	14 pin (termasuk 6 pin dengan kemampuan output PWM)
	Input Analog	6 pin (dengan resolusi 10-bit)
	Pin Serial	RX (pin 0) dan TX (pin 1)
	Pin I2C	A4 (SDA) dan A5 (SCL)
	Pin SPI	ICSP header
Komunikasi	UART	1 (RX dan TX)
	SPI	1 (MISO, MOSI, SCK)
	I2C	1 (SDA, SCL)
Indikator LED	Power LED	Menunjukkan bahwa Arduino Uno mendapatkan daya
	LED TX dan RX	Menunjukkan aktivitas komunikasi serial
Dimensi	Ukuran	68.6 mm×53.4 mm
	Berat	25 g
Lingkungan Pengembangan	Bahasa pemrograman	Arduino (menggunakan pada bahasa C/C++)
	Lingkungan pengembangan	Arduino IDE (Integrated Development Environment)
Kelebihan Lain	Kompatibilitas dengan berbagai shield dan modul tambahan Arduino	
	Kemampuan pemrograman ulang melalui kabel USB	
	Dapat dioperasikan sebagai perangkat USB HID (Human Interface Device)	

3.3.4. LCD 16x2 I2C



Gambar 3- 5. LCD 16x2 I2C
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

LCD 16x2 I2C merujuk pada jenis modul Liquid Crystal Display (LCD) dengan tampilan 16 kolom dan 2 baris teks yang menggunakan komunikasi I2C untuk menghubungkan dengan mikrokontroler. Modul LCD 16x2 I2C biasanya dilengkapi dengan pengaturan kontras dan kecerahan yang dapat disesuaikan, serta papan pengontrol yang terintegrasi untuk memudahkan penggunaan. Tampilan pada LCD diatur oleh pin EN, RS, dan R/W. Berikut beberapa spesifikasi umum beserta spesifikasi pin untuk modul LCD 16x2 I2C, diantaranya (Kadir, 2015):

Tabel 3- 7. Spesifikasi LCD 16x2 I2C (Kadir, 2015)

Parameter	Keterangan
Tegangan operasi	5V
Jumlah Kolom dan Baris	16 kolom dan 2 baris teks
Mode	4 bit atau 8 bit
Ukuran Karakter	5x8 pixel
Interface Komunikasi	Pin SDA dan pin SCL untuk mentransfer data
Kelebihan Lain	modul LCD 16x2 I2C dapat mengurangi jumlah pin yang diperlukan untuk mengendalikan LCD. Modul ini juga dilengkapi dengan pengaturan kontras dan kecerahan yang dapat disesuaikan.

Tabel 3- 8. Spesifikasi Pin LCD 16x2 I2C (Kadir, 2015)

Pin LCD	Nama Pin	Keterangan
1	<i>Ground</i> (-)	Catu daya 0V DC
2	VCC (+)	Catu daya positif
3	<i>Constrate</i>	Mengatur kontras atau pencahayaan
4	<i>Register Select</i> (RS)	Memiliki dua kondisi, diantaranya : <ul style="list-style-type: none"> ▪ HIGH untuk mengirim data. ▪ LOW untuk mengirim instruksi.
5	<i>Read/Write</i> (R/W)	Memiliki tiga kondisi, diantaranya : <ul style="list-style-type: none"> ▪ HIGH untuk mengirim data. ▪ LOW untuk mengirim instruksi. ▪ Disambungkan dengan LOW untuk mengirim data ke layar.
6	<i>Enable</i> (E)	Mengontrol LCD apabila bernilai LOW, maka LCD tidak dapat diakses.
7-14	Data I/O	Data bus 0 hingga 7
15	VCC (+) LED	Menyalakan lampu latar
16	<i>Ground</i> (-) LED	Menyalakan lampu latar

3.3.5. Relay Single-Channel

Perancangan detektor ini menggunakan Single Channel Relay. Relay ini memiliki satu saluran atau kanal tunggal yang digunakan untuk mengendalikan satu sirkuit atau perangkat secara independen. Ketika koil pada Single Channel Relay diaktifkan dengan memberikan tegangan atau arus yang sesuai, kontak pada relay akan mengalami perubahan posisi. Single Channel Relay umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi untuk mengendalikan perangkat listrik atau sirkuit. Mereka memberikan cara yang praktis untuk mengisolasi dan mengalihkan beban daya tinggi atau tegangan tinggi menggunakan sinyal kontrol daya yang lebih rendah. Berikut adalah spesifikasi Single Channel Relay, diantaranya (Tinkbox, 2014):

Tabel 3- 9. Spesifikasi Relay Single-Channel (Tinkbox, 2014)

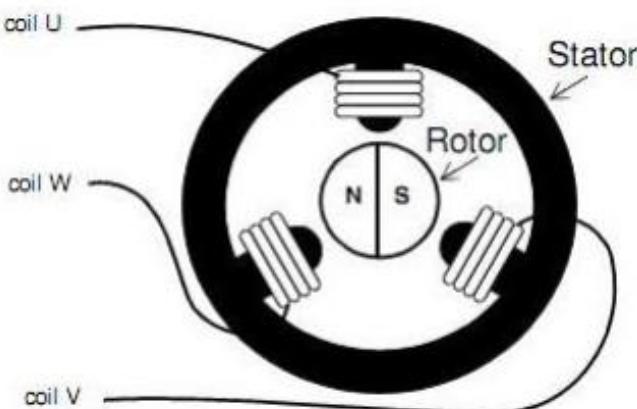
Parameter	Kondisi	Minimum	Normal	Maksimum	Satuan
Tegangan Suplai	-	3,75	-	6	V
Arus	Diam	-	2	10	mA
	Aktif		70		
Tegangan Kontak	AC	-	250	-	V
	DC		30		

3.3.6. Pompa BLDC 12 Volt

Pompa air BLDC atau pompa air Brushless DC merupakan jenis pompa air yang menggunakan motor brushless DC pada tegangan kerja 12 Volt DC untuk menggerakkan impeller dan memindahkan air. Motor brushless DC berkomunikasi secara elektrik dan tidak menggunakan brush atau sikat. Kontruksi motor BLDC terdiri dari rotor (bagian bergerak) dan stator (bagian stasioner). Rotor terbuat dari magnet permanen dan dapat memiliki dua hingga delapan kutub magnet utara (U) atau selatan (S). Rotor ini berbahan dasar magnet ferrit serta berfungsi untuk membuat rotor berputar. Namun, magnet ferrit ini memiliki kekurangan yaitu kerapatan fluks yang rendah. Stator motor BLDC terdiri dari dua belas belitan elektromagnet yang bekerja secara elektromagnetik. Stator ini berfungsi sebagai medan putar motor untuk memberikan gaya elektromagnetik pada rotor sehingga rotor dapat berputar. Pompa air BLDC memiliki beberapa keunggulan diantaranya, efisiensi yang lebih tinggi, umur pakai yang lebih panjang, serta keheningan operasi. Berikut adalah spesifikasi pompa air BLDC 12 Volt, yakni (Brilian, 2018):

Tabel 3- 10. Spesifikasi Pompa BLDC 12V (Brilian, 2018)

Parameter	Keterangan
Ukuran	(38x36x25) mm
Fase	2
Suhu kerja maksimum	60°C
Konsumsi Daya	5 Watt
Nilai Tegangan	12V DC
Arus Maksimum	350mA
Laju Aliran Maksimum	240L/H
Kebisingan	<40dB
Rentang Hidup	3000 jam

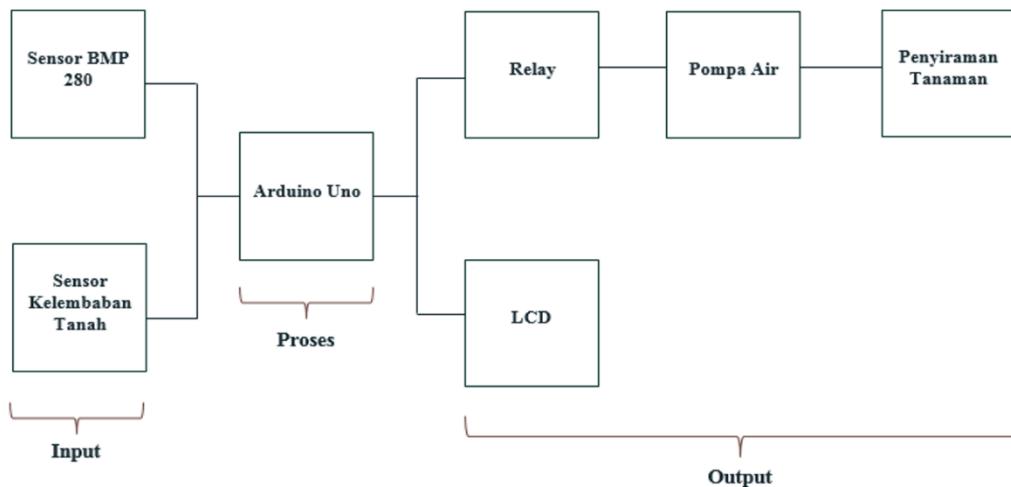


Gambar 3- 6. Kontruksi Motor Brusless DC
 (Sumber : Sistem Kendali Aliran Air BLDC Motor Water Pump pada Miniatur Sprinkle Irrigation)

3.4 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem adalah representasi grafis yang digunakan untuk menggambarkan komponen-komponen penting dalam suatu sistem dan hubungan antara mereka. Blok diagram sistem memberikan gambaran visual tentang bagaimana sistem beroperasi secara keseluruhan, memperlihatkan interaksi antara komponen-komponen dan aliran data di dalam sistem. Blok diagram sistem membantu dalam pemahaman sistem secara menyeluruh,

analisis, dan perancangan sistem. Berikut adalah blok diagram dari perancangan detektor suhu dan kelembaban tanah menggunakan sensor BMP 280 dan sensor FC-28, diantaranya:



Gambar 3- 7 Blok Diagram Sistem
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan Gambar 3-2 diketahui bahwa sensor BMP 280 sebagai pengukur suhu dan sensor FC-28 sebagai pengukur prosentase kelembaban tanah merupakan input dari sistem. Kemudian, diproses ke dalam Arduino Uno R3 yang memiliki peran sebagai pusat kendali. Input yang sudah terproses akan disalurkan ke LCD 16x2 yang memiliki peran sebagai penampil indikator suhu beserta prosentase tingkat kelembaban tanah dan relay sebagai saklar kendali pompa air BLDC.

Sistem ini membutuhkan beberapa sampel tanah dari tiga wilayah berbeda agar dapat memperoleh data yang nantinya akan tampil pada LCD 16x2 beserta mengetahui aktivitas kerja pompa air BLDC. Berikut urutan penggunaan sistem sesuai blok diagram di atas, yaitu:

1. Objek

Setiap kenampakan alam memiliki suhu serta kelembaban tanah yang berbeda-beda. Hal ini dapat dijadikan objek uji coba untuk penggunaan detektor suhu dan kelembaban tanah menggunakan sensor BMP 280 dan sensor FC-28.

2. Input

Input dalam blok diagram sistem merupakan data yang masuk ke dalam sistem. Perancangan alat menggunakan beberapa sensor yang mana berguna sebagai input. Berikut merupakan beberapa sensor yang akan digunakan dalam perancangan detektor ini, diantaranya:

- Sensor BMP 280 yang berfungsi sebagai pengukur temperatur pada udara sekitar.
- Sensor FC-28 yang berfungsi sebagai pengukur tingkat prosentase kelembaban tanah.

3. Proses

Proses merupakan bagian utama dari sistem di mana data yang masuk akan diproses sesuai dengan logika atau algoritma tertentu. Mikrokontroler yang digunakan pada perancangan detektor ini adalah jenis Arduino Uno. Mikrokontroler ini berfungsi untuk memproses data digital yang diterima dari sensor dan disimpan ke dalam IC yang kemudian menghasilkan output sesuai dengan data yang diterima.

4. Output

Output adalah data yang dihasilkan oleh sistem setelah pemrosesan data. Perancangan detektor ini menghasilkan dua output, diantaranya:

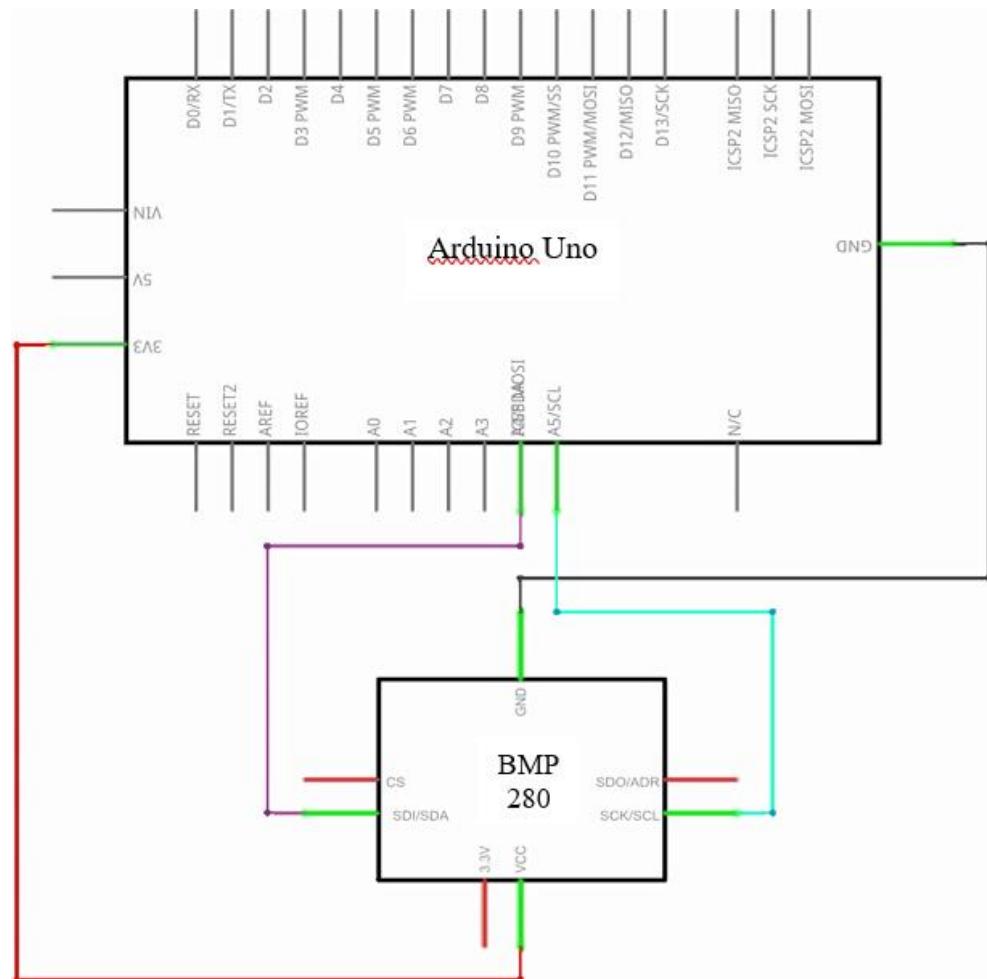
- LCD 16x2 yang berfungsi sebagai penampil indikator suhu sekitar dan prosentase kelembaban tanah.
- Relay yang berfungsi sebagai saklar kendali untuk pompa air BLDC.

3.5 Perancangan Hardware

Perancangan hardware dalam suatu penelitian digunakan untuk memadukan beberapa komponen agar menghasilkan rangkaian elektronika yang utuh.

3.5.1. Perancangan Sensor BMP 280

Sensor BMP 280 memanfaatkan tekanan udara di suatu wilayah tertentu untuk mendeteksi suhu sekitar. Perancangan sensor ini dijelaskan pada Gambar 3-4 dan Tabel 3-3, sebagai berikut:



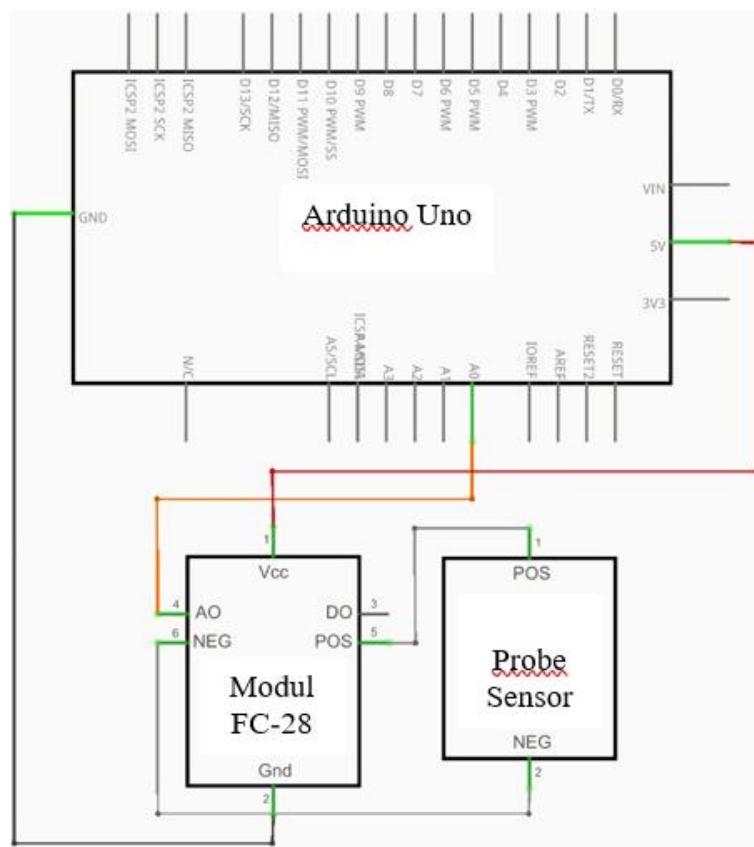
Gambar 3- 8 Perancangan Sensor BMP 280
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 3- 11. Perancangan Sensor BMP 280

Sensor BMP 280	Terhubung ke-	Arduino Uno
VCC		3.3V
GND		GND
SCL		Pin A5
SDA		Pin A4

3.5.2. Perancangan Sensor FC-28

Sensor FC-28 membaca kelembaban tanah pada elektrodanya dengan memanfaatkan resistansi yang ada. Arus pada elektroda yang dibenamkan ke tanah akan menentukan nilai dari kelembaban tanah tersebut. Apabila kelembaban tinggi maka, resistansi rendah. Begitupun sebaliknya, apabila kelembaban rendah maka, resistansi tinggi. Perancangan sensor FC-28 dijelaskan pada Gambar 3-5 dan Tabel 3-4, sebagai berikut :



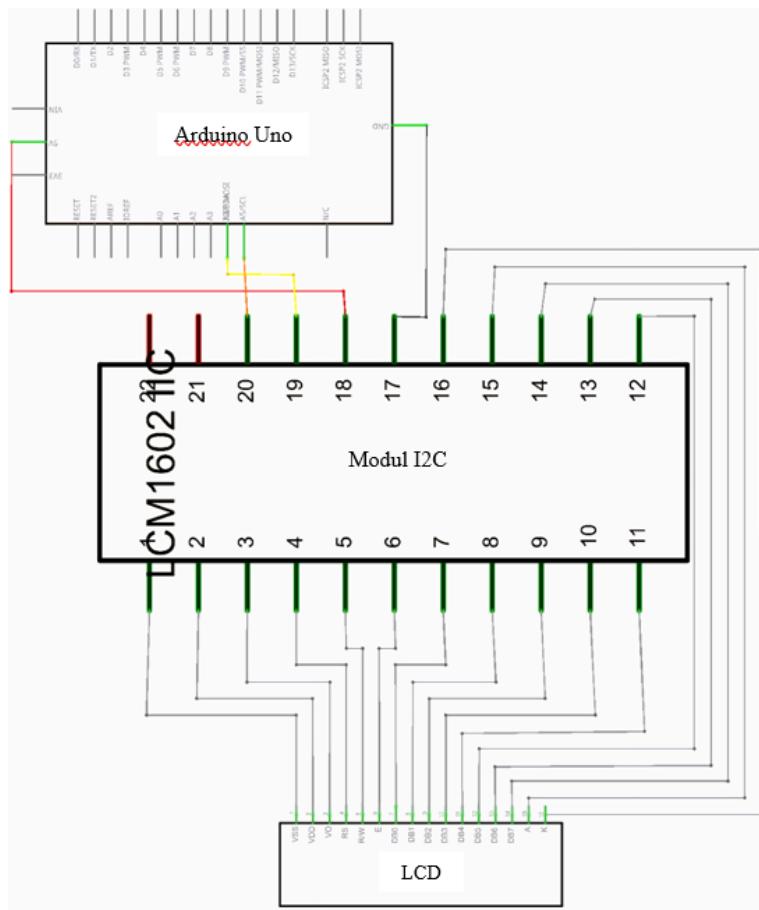
Gambar 3- 9 Perancangan Sensor FC-28
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 3- 12. Perancangan Sensor FC-28

Sensor FC-28	Terhubung ke-	Arduino Uno
A0		Pin A0
VCC		5V
GND		GND

3.5.3. Perancangan LCD 16x2

Perancangan LCD 16x2 untuk menampilkan indikator suhu dan kelembaban tanah. Perancangan LCD 16x2 dijelaskan pada Gambar 3-5 dan Tabel 3-6, sebagai berikut :



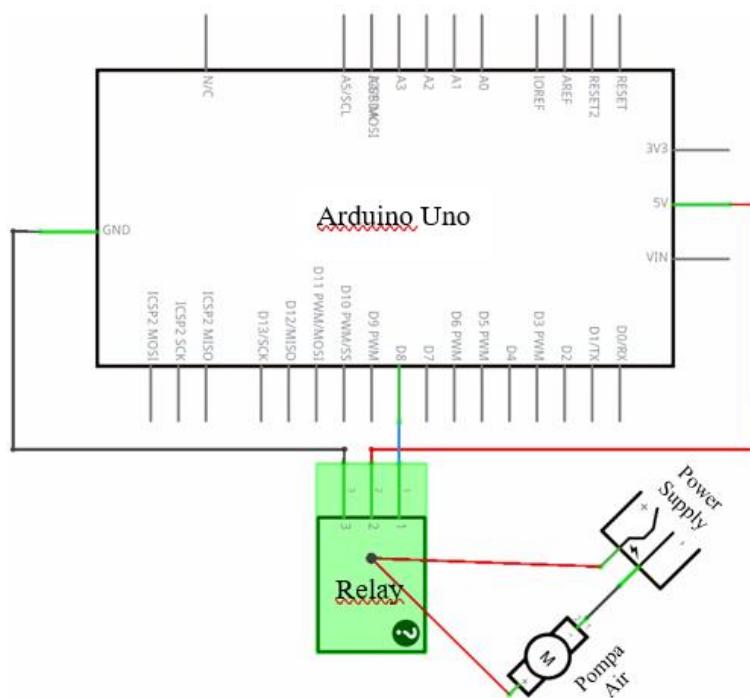
Gambar 3- 10 Perancangan LCD 16x2 I2C (Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 3- 13. Perancangan LCD 16x2 I2C

LCD 16x2		Arduino Uno
VCC		5V
GND	Terhubung ke-	GND
SCL		Pin A5
SDA		Pin A4

3.5.4. Perancangan Saklar Otomatis Pompa Air

Rancangan pompa air didukung oleh relay. Relay diatur dengan cara kerja kontak Normally Open yang artinya ketika relay tidak diaktifkan dan tidak ada arus yang mengalir pada kumparan relay maka kontak akan tetap terbuka. Sebaliknya, apabila relay diaktifkan maka kontak akan menutup dan memungkinkan arus mengalir melalui kontak tersebut. Relay akan aktif apabila menerima input dari sensor FC-28 dengan prosentase $\leq 60\% \text{ RH}$. Perancangan relay dengan pompa BLDC akan dijelaskan pada Gambar 3-7 dan Tabel 3-6, sebagai berikut :



Gambar 3- 11 Perancangan Saklar Otomatis Pompa
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 3- 14. Perancangan Saklar Otomatis Pompa

Relay	Terhubung ke-	Arduino Uno
VCC		5V
GND		GND
IN		Pin 8

3.6 Perancangan Software

Untuk merancangan suatu alat diperlukan dukungan software sebagai penunjang suksesnya suatu alat tersebut. Perancangan software untuk detektor suhu dan kelembaban tanah menggunakan sensor BMP 280 dan sensor FC-28 ini memanfaatkan dua aplikasi software, diantaranya :

3.6.1. Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang memungkinkan Pengguna untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode ke papan Arduino. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman Arduino yang menggunakan pada bahasa C/C++. Selain itu, Arduino IDE juga dilengkapi dengan Serial Monitor, yang memungkinkan Pengguna untuk berkomunikasi dengan papan Arduino sehingga dapat melihat output dari program yang sedang berjalan. Arduino IDE menyediakan library yang mana memungkinkan pengguna untuk memperluas fungsi papan Arduino sehingga dapat dipergunakan untuk berbagai sensor, aktuator, serta perangkat lainnya yang kompatibel (Kadir, 2015).

3.6.2. Fritzing

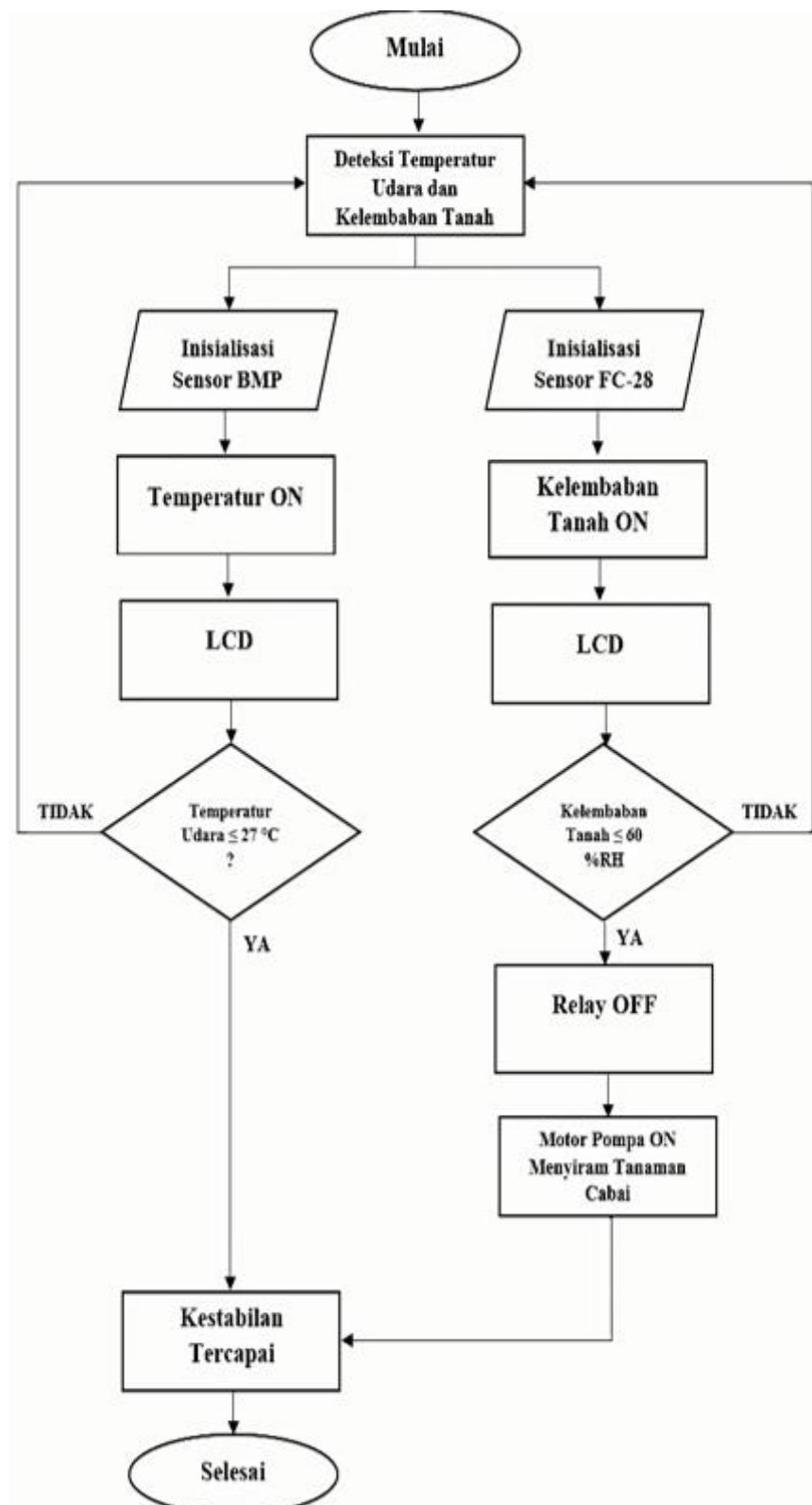
Rangkaian elektronika dapat dirancang, dimodelkan, dan divisualisasikan dengan Fritzing, yaitu sebuah software open-source. Software ini merupakan alat yang populer bagi pemula dalam elektronika dan pemrograman maupun merancang prototipe elektronik dan mengembangkan proyek. Fritzing memiliki antarmuka yang mudah digunakan dan mudah dipahami. Sehingga, memungkinkan pengguna untuk membuat diagram skematik, papan sirkuit, dan tata letak komponen elektronika dengan cepat. Dengan antarmuka ini, pengguna dapat memilih dari berbagai komponen elektronika yang tersedia dalam bentuk visual, seperti resistor, kapasitor, transistor, mikrokontroler, sensor, dan aktuator, serta menambahkan komponen tersebut ke skematik. (Potsdam, 2016).

3.7 Diagram Alir

Diagram Alir atau Flowchart adalah representasi grafis dari serangkaian langkah atau prosedur dalam suatu algoritma. Tujuan dari diagram alir adalah untuk memberikan gambaran yang jelas dan visual tentang bagaimana aliran data, pengambilan keputusan, dan urutan langkah-langkah dalam suatu sistem atau program.

Perancangan detektor ini dimulai dari inisialisasi pin pada sensor BMP 280 dan sensor FC-28 yang terhubung pada setiap komponen. Setelah semua komponen sudah terhubung, sensor BMP 280 akan mendeteksi suhu udara dan sensor FC-28 akan mendeteksi kelembaban tanah. Lalu, hasil deteksi kedua sensor tersebut akan ditampilkan pada LCD 16x2. Saat mendeteksi kelembaban tanah menggunakan sensor FC-28, probe sensor tersebut harus dibenamkan terlebih dahulu ke dalam tanah. Jika kondisi kelembaban tanah mencapai presentase dibawah atau sama dengan 60%RH, maka relay tidak akan aktif dan pompa BLDC aktif dan dapat menyiram air ke tanaman cabai. Sehingga, kondisi tanah lembab pada tanaman tersebut dapat terjaga.

Setiap langkah dalam proses diwakili oleh simbol dan jalur yang menghubungkannya. Diagram alir ini membantu dalam memvisualisasikan urutan langkah-langkah dan pengambilan keputusan dalam penggunaan detektor suhu dan kelembaban tanah dalam pemeliharaan tanaman cabai. Berikut Diagram alir untuk memantau suhu dan kelembaban tanah dalam pemeliharaan tanaman cabai diantaranya, sebagai berikut :

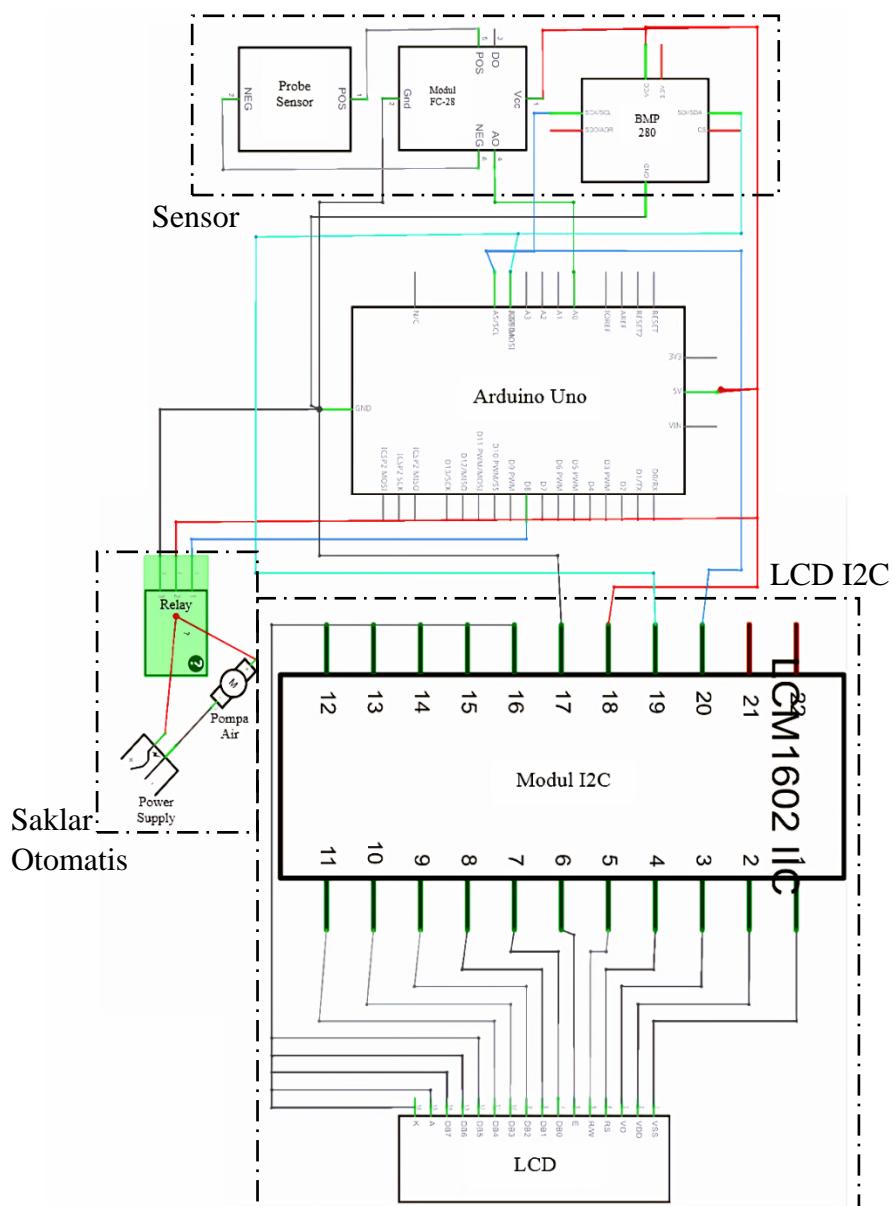


Gambar 3- 12. Diagram Alir
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan

Perancangan keseluruhan dari detektor ini membutuhkan breadboard atau alat yang digunakan untuk membangun dan menguji sirkuit elektronik. Breadboard pada perancangan detektor ini berguna untuk memadukan beberapa komponen agar menghasilkan rangkaian elektronika yang utuh.



Gambar 4- 1 Perancangan Detektor Keseluruhan
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4- 1. Perancangan Detektor Keseluruhan

Komponen	Pin	Terhubung ke-	Komponen	Pin
Sensor BMP 280	VCC		Arduino	3.3V
	GND			GND
	SCL			Pin A5
	SDA			Pin A4
Sensor FC-28	VCC		Arduino	5V
	A0			Pin A0
	GND			GND
LCD 16x2	VCC		Arduino	5V
	GND			GND
	SCL			Pin A5
	SDA			Pin A4
Relay	VCC		Arduino	5V
	IN			Pin 8
	GND			GND
	NO		Adaptor	Positif
	COM		Pompa	Positif
			Pompa	Negatif
Adaptor	Negatif			

Perancangan hardware ditunjukkan pada Gambar 4-1 dan dijelaskan pada Tabel 4-1. Terdapat input, process, dan output yang terdiri dari Power Supply, Sensor BMP 280, Sensor FC-28, Arduino Uno, LCD 16×2, Relay, dan Pompa Air BLDC. Perancangan komponen hardware disusun dalam kotak berukuran (20×10×8) cm. Sensor BMP 280 ditujukan untuk membaca suhu dan Sensor FC-28 ditujukan untuk membaca kelembaban tanah. Kemudian, input dari kedua sensor akan di proses melalui Arduino Uno untuk diteruskan ke output yaitu LCD 16×2 dan Relay yang telah terhubung dengan pompa air BLDC. Berikut adalah hasil dari perancangan software yang telah teruji pada masing-masing sensor. Data yang ditampilkan adalah nilai suhu dalam satuan derajat celcius dan kelembaban tanah dalam bentuk prosentase.

```
11:52:25.035 -> Kelembaban: 6
11:52:25.035 -> %
11:52:25.551 -> Suhu: 28.40
11:52:25.551 -> °C
11:52:25.551 ->
11:52:26.607 -> Kelembaban: 6
11:52:26.607 -> %
11:52:27.110 -> Suhu: 28.40
11:52:27.145 -> °C
11:52:27.145 ->
11:52:28.135 -> Kelembaban: 6
11:52:28.135 -> %
11:52:28.640 -> Suhu: 28.40
11:52:28.672 -> °C
11:52:28.672 ->
11:52:29.692 -> Kelembaban: 6
11:52:29.692 -> %
```

⌚ indexing: 23/27

Gambar 4- 2 Pembacaan Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4.2 Hasil Pengujian Detektor Suhu dan Kelembaban Tanah

Pengujian alat dilaksanakan di tiga wilayah daratan yang berbeda, yaitu di Pegunungan, Dataran Tinggi, dan Dataran Rendah. Hal ini dilakukan untuk mengetahui suhu dan kelembaban tanah di tiga wilayah daratan yang berbeda. Kemudian melakukan perhitungan nilai error, prosentase error, dan prosentase akurasi dari data yang telah didapat. Sehingga, bisa menarik kesimpulan dari hasil pengujian alat yang telah dirancang.

4.2.1 Data Hasil Uji Suhu

1. Data Hasil Uji Suhu 24 Mei 2023 Pukul 13.00



Gambar 4- 3. Grafik Pembacaan Sensor BMP280 dan HTC-01 di Pegunungan
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4- 2. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Suhu pada Alat dengan HTC-01 di Pegunungan

Menit ke-	HTC-01 (°C)	Sensor BMP 280 (°C)	Error (%)
1	30.9	32.1	3.88
2	31.0	32.4	4.52
3	31.1	32.3	3.86
4	31.2	32.4	3.85
5	31.3	32.6	4.15
6	31.3	32.7	4.47
7	31.3	32.8	4.79
8	31.3	32.9	5.11
9	31.4	32.9	4.78
10	31.4	32.6	3.82
Total Error (%)			43.23
Rata-rata Error (%)			4.32
Akurasi (%)			95.68

Pengambilan data pengukuran suhu pada hari Rabu, tanggal 24 Mei 2023 dilaksanakan di Gunung Mas, Cisarua, Bogor. Gunung Mas memiliki ketinggian sekitar 800 hingga 1200 meter di atas permukaan laut (dpl). Dengan karakteristik topografinya, Gunung Mas lebih tepat diklasifikasikan sebagai bagian dari pegunungan daripada dataran tinggi (Permana, 2021). Hasil pada Tabel 4-2, telah dilakukan perhitungan dengan persamaan (1) dan persamaan (2) yang terdapat pada bab 2 (Faradiba, 2020). Berdasarkan

data yang telah diolah dapat diketahui bahwa perbandingan suhu pada Sensor BMP 280 dan HTC-01 memiliki rata-rata error yang rendah yaitu 4.32% dan akurasi yang tinggi yaitu 95.68%. Hal ini membuat kinerja alat dapat dinyatakan baik karena memiliki nilai akurasi $\geq 95\%$.

2. Data Hasil Uji Suhu 19 Mei 2023 Pukul 13.00



Gambar 4- 4. Grafik Pembacaan Sensor BMP280 dan HTC-01 di Dataran Tinggi
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4- 3. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Suhu pada Alat dengan HTC-01 di Dataran Tinggi

Menit ke-	HTC-01 (°C)	Sensor BMP 280 (°C)	Error (%)
1	33.1	34.7	4.83
2	33.1	34.7	4.83
3	33.1	34.7	4.83
4	33.1	34.6	4.53
5	33.1	34.6	4.53
6	33.2	34.7	4.52
7	33.5	35.0	5.37
8	33.7	35.3	4.75
9	33.8	35.5	5.03
10	33.9	35.7	5.31
Total Error (%)			48.53
Rata-rata Error (%)			4.85
Akurasi (%)			95.15

Pengambilan data pengukuran suhu pada hari Jum'at, tanggal 19 Mei 2023 dilaksanakan di Kelurahan Mulyaharja, Kecamatan Bogor Selatan, Kota Bogor. Kelurahan ini memiliki ketinggian 420 meter diatas permukaan laut (dpl). Dengan karakteristik topografinya, Kelurahan Mulyaharja tergolong

sebagai wilayah perbukitan dan termasuk dalam kategori dataran tinggi (Pratama, 2020). Hasil pada Tabel 4-3, telah dilakukan perhitungan dengan persamaan (1) dan persamaan (2) yang terdapat pada bab 2 (Faradiba, 2020). Berdasarkan data yang telah diolah dapat diketahui bahwa perbandingan suhu pada Sensor BMP 280 dan HTC-01 memiliki rata-rata error yang rendah yaitu 4.85% dan akurasi yang tinggi yaitu 95.15%. Hal ini membuat kinerja alat dapat dinyatakan baik karena memiliki nilai akurasi $\geq 95\%$.

3. Data Hasil Uji Suhu 20 Mei 2023 Pukul 13.00



Gambar 4- 5. Grafik Pembacaan Sensor BMP280 dan HTC-01 di Dataran Rendah
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

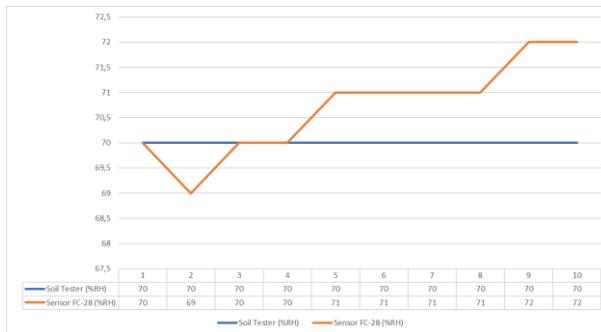
Tabel 4- 4. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Suhu pada Alat dengan HTC-01 di Dataran Rendah

Menit ke-	HTC-01 (°C)	Sensor BMP 280 (°C)	Error (%)
1	35.0	34.3	2
2	35.0	34.4	1.71
3	35.0	34.4	1.71
4	35.0	34.4	1.71
5	35.0	34.4	1.71
6	35.1	34.4	1.99
7	35.1	34.4	1.99
8	35.1	34.4	1.99
9	35.1	34.4	1.99
10	35.0	34.4	1.71
Total Error (%)			18.51
Rata-rata Error (%)			1.85
Akurasi (%)			98.15

Pengambilan data pengukuran suhu pada hari Sabtu, tanggal 20 Mei 2023 dilaksanakan di Golf Island, Pantai Indah Kapuk. Pantai Indah Kapuk adalah bagian dari pesisir Jakarta yang umumnya berada pada ketinggian yang rendah dan memiliki topografi datar. Dengan karakteristik topografinya, Golf Island di Pantai Indah Kapuk tergolong sebagai dataran rendah (Ardiansyah, 2022). Hasil pada Tabel 4-4, telah dilakukan perhitungan dengan persamaan (1) dan persamaan (2) yang terdapat pada bab 2 (Faradiba, 2020). Berdasarkan data yang telah diolah dapat diketahui bahwa perbandingan suhu pada Sensor BMP 280 dan HTC-01 memiliki rata-rata error yang rendah yaitu 1.85% dan akurasi yang tinggi yaitu 98.15%. Hal ini membuat kinerja alat dapat dinyatakan baik karena memiliki nilai akurasi $\geq 95\%$.

4.2.2 Data Hasil Uji Kelembaban Tanah

1. Data Hasil Kelembaban Tanah 24 Mei 2023 Pukul 13.00



Gambar 4- 6. Grafik Pembacaan Sensor FC-28 dan Soil Tester di Pegunungan
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

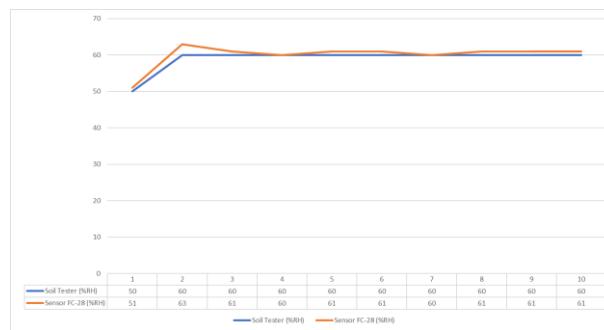
Tabel 4- 5. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Kelembaban Tanah pada Alat dengan Soil Tester di Pegunungan

Pengujian ke-	Soil Tester (%RH)	Sensor FC- 28 (%RH)	Error (%)	Pompa Air
1	70	70	0	Non-Aktif
2	70	69	1.43	Non-Aktif
3	70	70	0	Non-Aktif
4	70	70	0	Non-Aktif
5	70	71	1.43	Non-Aktif
6	70	71	1.43	Non-Aktif
7	70	71	1.43	Non-Aktif
8	70	71	1.43	Non-Aktif
9	70	72	2.86	Non-Aktif
10	70	72	2.86	Non-Aktif
Total Error (%)		12.87		
Rata-rata Error (%)		1.29		
Akurasi (%)		98.71		

Pengambilan data pengukuran kelembaban tanah pada hari Rabu, tanggal 24 Mei 2023 dilaksanakan di Gunung Mas, Cisarua, Bogor. Gunung Mas memiliki ketinggian sekitar 800 hingga 1200 meter di atas permukaan laut (dpl). Dengan karakteristik topografinya, Gunung Mas lebih tepat diklasifikasikan sebagai bagian dari pegunungan daripada dataran tinggi (Permana, 2021). Hasil pada Tabel 4-5, telah dilakukan perhitungan dengan persamaan (1) dan persamaan (2) yang terdapat pada bab 2 (Faradiba, 2020). Berdasarkan data yang telah diolah dapat diketahui bahwa perbandingan

kelembaban tanah pada Sensor FC-28 dan Soil Tester memiliki rata-rata error yang rendah yaitu 1.29% dan akurasi yang tinggi yaitu 98.71%. Hal ini membuat kinerja alat dapat dinyatakan baik karena memiliki nilai akurasi $\geq 95\%$.

2. Data Hasil Kelembaban Tanah 19 Mei 2023 Pukul 13.00



Gambar 4- 7. Grafik Pembacaan Sensor FC-28 dan Soil Tester di Dataran Tinggi
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

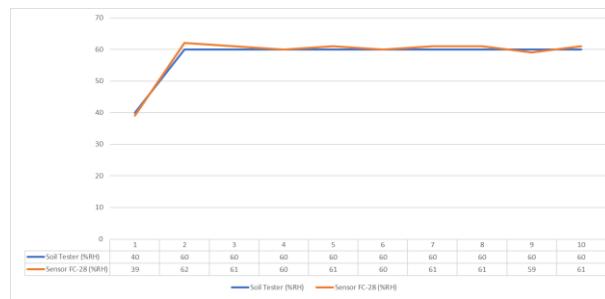
Tabel 4- 6. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Kelembaban Tanah pada Alat dengan Soil Tester di Dataran Tinggi

Pengujian ke-	Soil Tester (%RH)	Sensor FC- 28 (%RH)	Error (%)	Pompa Air
1	50	51	2	Aktif
2	60	63	5	Non-Aktif
3	60	61	1.67	Non-Aktif
4	60	60	0	Aktif
5	60	61	1.67	Non-Aktif
6	60	61	1.67	Non-Aktif
7	60	60	0	Aktif
8	60	61	1.67	Non-Aktif
9	60	61	1.67	Non-Aktif
10	60	61	1.67	Non-Aktif
Total Error (%)			17.02	
Rata-rata Error (%)			1.70	
Akurasi (%)			98.29	

Pengambilan data pengukuran suhu pada hari Jum'at, tanggal 19 Mei 2023 dilaksanakan di Kelurahan Mulyaharja, Kecamatan Bogor Selatan, Kota Bogor. Kelurahan ini memiliki ketinggian 420 meter diatas permukaan laut (dpl). Dengan karakteristik topografinya, Kelurahan Mulyaharja tergolong

sebagai wilayah perbukitan dan termasuk dalam kategori dataran tinggi (Pratama, 2020). Hasil pada Tabel 4-6, telah dilakukan perhitungan dengan persamaan (1) dan persamaan (2) yang terdapat pada bab 2 (Faradiba, 2020). Berdasarkan data yang telah diolah dapat diketahui bahwa perbandingan kelembaban tanah pada Sensor FC-28 dan Soil Tester memiliki rata-rata error yang rendah yaitu 1.70% dan akurasi yang tinggi yaitu 98.29%. Hal ini membuat kinerja alat dapat dinyatakan baik karena memiliki nilai akurasi $\geq 95\%$.

3. Data Hasil Kelembaban Tanah 20 Mei 2023 Pukul 13.00



Gambar 4- 8. Grafik Pembacaan Sensor FC-28 dan Soil Tester di Dataran Rendah
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4- 7. Hasil Pengukuran dan Perbandingan Kelembaban Tanah pada Alat dengan Soil Tester di Dataran Rendah

Pengujian ke-	Soil Tester (%RH)	Sensor FC- 28 (%RH)	Error (%)	Pompa Air
1	40	39	2.5	Aktif
2	60	62	3.33	Non-Aktif
3	60	61	1.67	Non-Aktif
4	60	60	0	Aktif
5	60	61	1.67	Non-Aktif
6	60	60	0	Aktif
7	60	61	1.67	Non-Aktif
8	60	61	1.67	Non-Aktif
19	60	59	1.67	Aktif
10	60	61	1.67	Non-Aktif
Total Error (%)			15.85	
Rata-rata Error (%)			1.58	
Akurasi (%)			98.41	

Pengambilan data pengukuran kelembaban tanah pada hari Sabtu, tanggal 20 Mei 2023 dilaksanakan di Golf Island, Pantai Indah Kapuk. Pantai Indah Kapuk adalah bagian dari pesisir Jakarta yang umumnya berada pada ketinggian yang rendah dan memiliki topografi datar. Dengan karakteristik topografinya, Golf Island di Pantai Indah Kapuk tergolong sebagai dataran rendah (Ardiansyah, 2022). Hasil pada Tabel 4-7, telah dilakukan perhitungan dengan persamaan (1) dan persamaan (2) yang terdapat pada bab 2 (Faradiba, 2020). Berdasarkan data yang telah diolah dapat diketahui bahwa perbandingan kelembaban tanah pada Sensor FC-28 dan Soil Tester memiliki rata-rata error yang rendah yaitu 1.58% dan akurasi yang tinggi yaitu 98.41%. Hal ini membuat kinerja alat dapat dinyatakan baik karena memiliki nilai akurasi $\geq 95\%$.

4.3 Rata-rata Error dan Akurasi dari Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28

Berdasarkan hasil dari penelitian, telah dilakukan perhitungan dengan persamaan (1) dan persamaan (2) yang terdapat pada bab 2 kepada setiap data yang telah diambil. Kemudian, diperoleh rata-rata error dan akurasi pada setiap sensor, sebagai berikut:

Tabel 4- 8 Rata-rata Error dan Akurasi dari Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28

Tanggal	Wilayah Daratan	Suhu		Kelembaban Tanah	
		Sensor BMP 280		Sensor FC-28	
		Rata- rata Error (%)	Akurasi (%)	Rata-rata Error (%)	Akurasi (%)
24 Mei 2023	Pegunungan	4.32	95.68	1.29	98.71
19 Mei 2023	Dataran Tinggi	4.85	95.15	1.70	98.29
20 Mei 2023	Dataran Rendah	1.85	98.15	1.58	98.41

Dengan adanya detektor ini, dapat diketahui bahwa suhu dan kelembaban tanah pada tanaman cabai di tiga wilayah daratan memiliki nilai yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Semakin tinggi suatu dataran maka suhunya pun semakin rendah. Semakin tinggi suatu dataran maka kadar kelembaban tanah akan semakin tinggi (lembab). Berdasarkan Tabel 4- 8, Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28 memiliki rata-rata error yang rendah dan akurasi yang tergolong baik apabila di bandingkan dengan alat ukur lain. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa kedua sensor tersebut efektif digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban tanah.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.Kesimpulan

Berdasarkan hasil pada penelitian, telah diperoleh kesimpulan dari detektor suhu dan kelembaban tanah menggunakan sensor BMP 280 dan sensor FC-28 sebagai berikut, diantaranya:

1. Berdasarkan data hasil pengukuran, daerah Pegunungan paling cocok untuk tanaman cabai karena memiliki suhu $\pm 31^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban tanah $\pm 70\%$ RH yang mana kondisi tersebut tergolong ideal bagi pertumbuhan tanaman tersebut.
2. Berdasarkan pengukuran suhu pada tanaman cabai di tiga wilayah daratan yang berbeda, telah diketahui bahwa Sensor BMP 280 memiliki akurasi $> 95\%$ jika dibandingkan dengan HTC-01.
3. Berdasarkan pengukuran kelembaban tanah pada tanaman cabai di tiga wilayah daratan yang berbeda, telah diketahui bahwa Sensor FC-28 memiliki akurasi $> 95\%$ jika dibandingkan dengan Soil Tester.

5.2.Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa saran agar penelitian selanjutnya dapat terlaksana lebih baik lagi, yaitu:

1. Sesuai dengan batasan masalah dan uji coba yang dilakukan, penelitian ini tidak membandingkan hasil pengukuran dengan alat yang sudah distandardkan oleh laboratorium. Sehingga, perlu dilanjutkan pengujian akurasi dengan alat ukur standart agar dapat diketahui nilai akurasi yang pasti.
2. Pada pengukuran di dataran tinggi, sensor BMP280 memiliki rata-rata Error terbesar 4.85%. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan sensor pendekripsi suhu yang lebih baik seperti, sensor DHT22 dan BME280.

DAFTAR REFERENSI

- [FAO], F. and A. (2013). Budidaya Cabai yang Baik dan Benar. *Food and Agricultural Organization of The United Nation*, 16.
- Achmad, W. K. S., Jauhar, S., Nonci, D., & Syawaluddin, A. (2016). *Konsep Dasar IPS*. AGMA.
- Ardiansyah, N. (2022). *ANALISIS PERILAKU KERUANGAN WISATAWAN MANGROVE DI TAMAN EKOWISATA MANGROVE PANTAI INDAH KAPUK*. Universitas Islam Negeri Jakarta.
- Bali, P. N. (2021). *Buku Teks Mikrokontroler (Chapter Eight) Buku Teks Mikrokontroler* (Issue October).
- Basri, I. Y., & Irfan, D. (2018). Komponen Elektronika. In *SUKABINA Press* (Vol. 53, Issue 9).
- Brilian, R. N. (2018). *Sistem Kendali Aliran Air Bldc Motor Water Pump Pada Miniatur Sprinkle Irrigation Untuk*.
- Faradiba. (2020). Metode Pengukuran Fisika. *Buku Materi Pembelajaran Metode Pengukuran Fisika*, 1–195.
- Husdi. (2018). MONITORING KELEMBABAN TANAH PERTANIAN MENGGUNAKAN SOIL MOISTURE SENSOR FC-28 DAN ARDUINO UNO. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 237–243.
- Kadir, A. (2015). *From Zero to A Pro Arduino* (A. Prabawati (ed.)). ANDI Yogyakarta.
- Namora, I. (2020). *Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328p Dengan Sensor Kelembaban Tanah V1.2*. Universitas Cokroaminoto Palopo.
- Permana, A. R. (2021). *ANALISIS DAMPAK AGROWISATA KEBUN TEH SEBAGAI DESTINASI WISATA TERHADAP MASYARAKAT SEKITAR GUNUNG MAS PUNCAK BOGOR JAWA BARAT*. Sekolah Tinggi Pariwisata Ampta.
- Pertanian, D. (2007). *Standar Operasional Prosedur Cabai Merah*.
- Pertanian, D. (2009). *Standar Operasional Prosedur Budidaya Cabe Rawit*.

- Potsdam, I. D. L. (2016). Fritzing: Open-source software for documenting prototypes , learning interactive electronics and PCB production. *Culture*.
- Pratama, H. (2020). *BAB IV Gambaran Umum Lokasi Penelitian*.
<https://www.scribd.com>
- Sasmoko, D. (2021). *Arduino dan Sensor* (Vol. 1).
- Sensortec, B. (2015). *Digital Pressure Sensor* (BST-BMP280-DS001-11; 1.14).
- Suryana, T. (2021). Capacitive Soil Moisture Sensor Untuk Mengukur Kelembaban tanah. *Jurnal Komputa Unikom*, 1–22.
- Tinkbox. (2014). *KEYES 5V Relay Module*. 1–4.
- Yusro, M., & Diamah, A. (2019). Sensor dan Transduser Teori dan Aplikasi. In *Universitas Negeri Jakarta*.

LAMPIRAN 1 Foto Perancangan Hardware dan Software

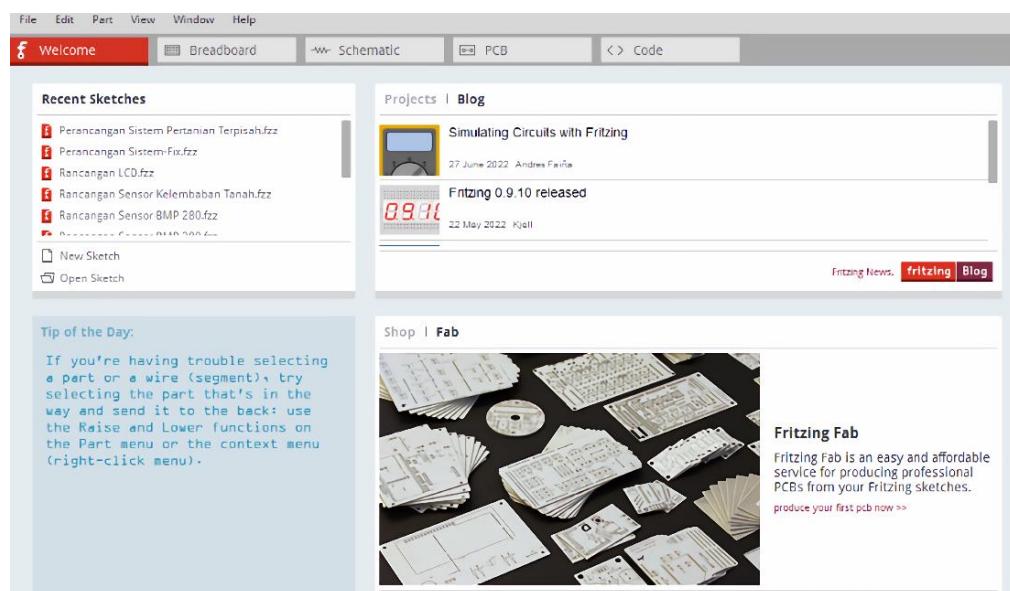


```

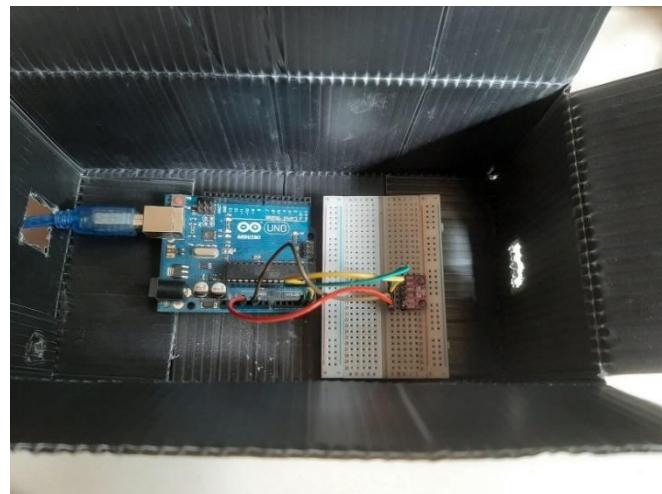
1 void setup() {
2     // put your setup code here, to run once:
3 }
4
5
6 void loop() {
7     // put your main code here, to run repeatedly:
8 }
9
10

```

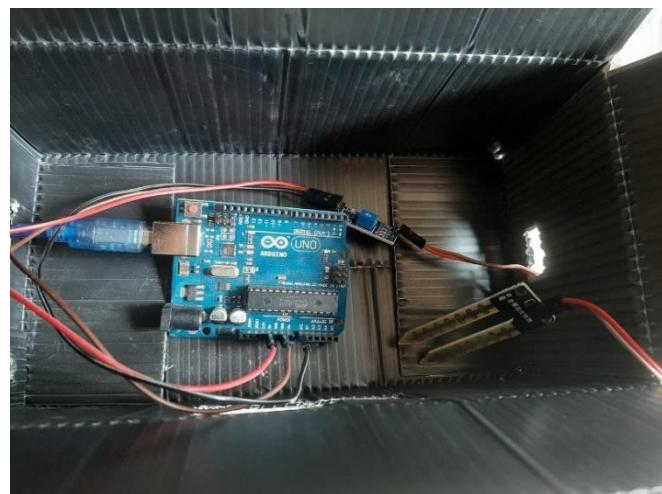
Tampilan Software Arduino IDE



Tampilan Software Fritzing



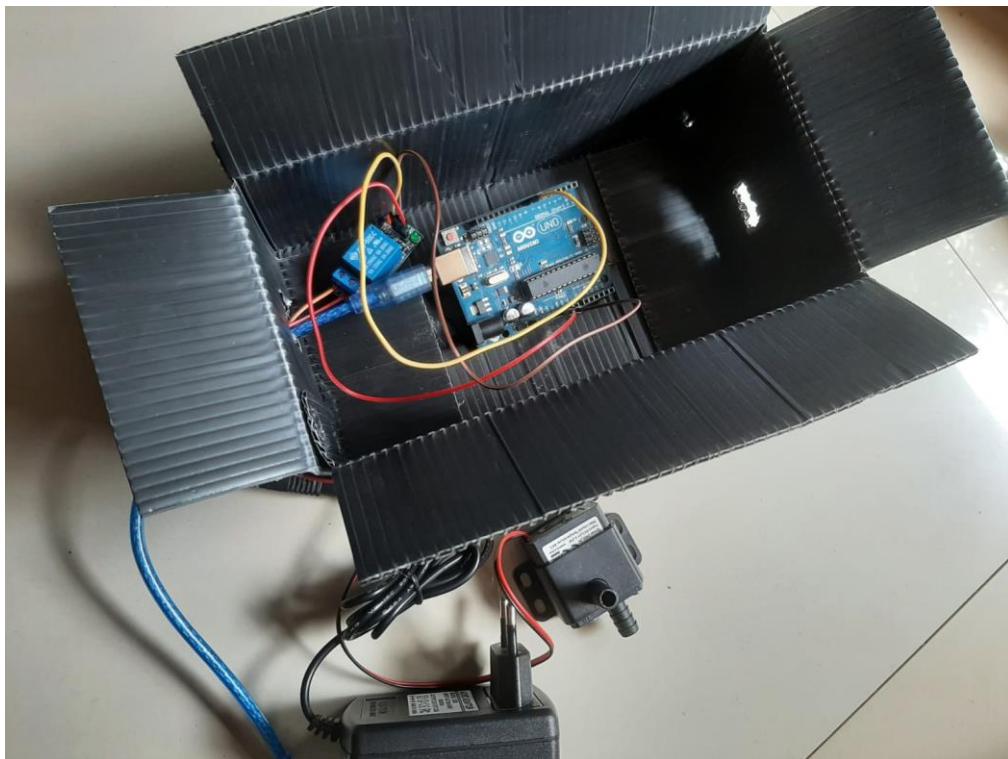
Rangkaian Hardware Sensor BMP 280



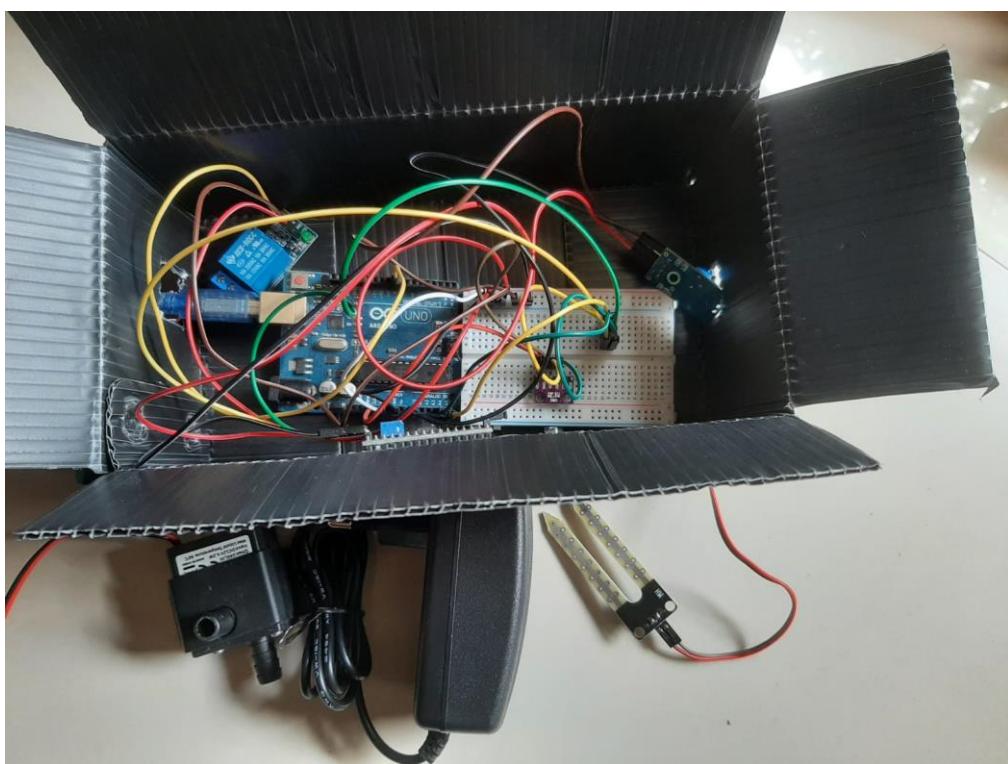
Rangkaian Hardware Sensor FC-28



Rangkaian Hardware LCD I2C 16x2



Rangkaian Hardware Saklar Otomatis Pompa Air



Rangkaian Hardware Keseluruhan

LAMPIRAN 2 Pemrograman Detektor Suhu dan Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28

```
#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>

#define BMP_SCK (13)
#define BMP_MISO (12)
#define BMP_MOSI (11)
#define BMP_CS (10)

Adafruit_BMP280 bmp;

#define r1 8

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

int sensorPin = A0;
const int tingkat_kelembaban = 60;
int kelembaban, data;

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    lcd.init();
    lcd.backlight();

    pinMode (sensorPin, INPUT);
    pinMode (r1, OUTPUT);

    Serial.begin(9600);
```

```
Serial.println(F("BMP280 test"));

if (!bmp.begin(BMP280_ADDRESS_ALT, BMP280_CHIPID)) {
    Serial.println(F("BMP280 Test"));
    while (1) delay (5);
}

lcd.print ("BMP280 TEST");
bmp.setSampling(Adafruit_BMP280::MODE_NORMAL,
                Adafruit_BMP280::SAMPLING_X2,
                Adafruit_BMP280::SAMPLING_X16,
                Adafruit_BMP280::FILTER_X16,
                Adafruit_BMP280::STANDBY_MS_500);
}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    Serial.print(F("Suhu: "));
    Serial.println(bmp.readTemperature());
    Serial.println(" °C");

    Serial.println();
    delay(500);

    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print(F("Suhu: "));
    lcd.setCursor (6,0);
    lcd.print(bmp.readTemperature());
    lcd.setCursor (10,0);
    lcd.print((char)223);
    lcd.setCursor(11,0);
```

```
lcd.print("C");
delay(500);

data = analogRead(sensorPin);
kelembaban = (100 - (data * 0.0977));

Serial.print("Kelembaban: ");
Serial.println(kelembaban);
Serial.println(" %");

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Kelembaban: ");
lcd.setCursor(12,1);
lcd.print(kelembaban);
lcd.setCursor(15,1);
lcd.print("%");
delay(500);

if(kelembaban > tingkat_kelembaban){
    digitalWrite(8,HIGH);
}
else{
    digitalWrite(8,LOW);
}
```

LAMPIRAN 3 Foto Uji Coba Detektor Suhu dan Kelembaban Tanah serta Pengambilan Data



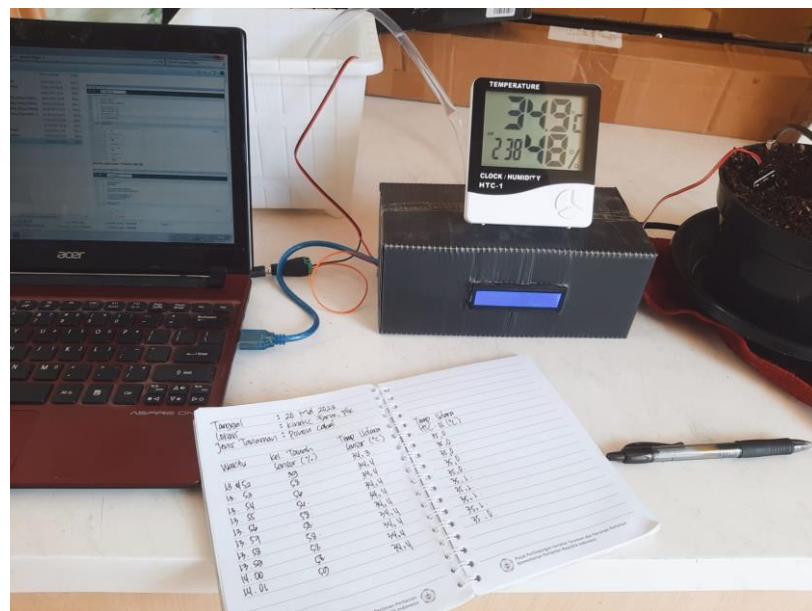
Pengujian Detektor Suhu dan kelembaban tanah



Pengambilan Data di Pegunungan



Pengambilan Data di Dataran Tinggi



Pengambilan Data di Dataran Rendah

LAMPIRAN 4 Lembar Bimbingan Skripsi oleh Pembimbing I



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI ELEKTRO
Jl. Tunah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur
Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 8400941

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama : Nisrina Febby Fakhirah
 NIM : 1903025050
 Judul : Perancangan Detektor Temperatur Udara dan Kelembaban Tanah Berbasis Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28 Guna Observasi Dalam Pemeliharaan Tanaman Cabai
 Pembimbing I : Dr. Ir. Sofia Pinardi, M.T.

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	6 April 2023	Diskusi terkait penelitian yang akan dilakukan	
2	10 Mei 2023	Revisi BAB I, latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian	
3	26 Mei 2023	Pengesahan judul, Perbaikan Tabel, Perbaikan gambar skema rangkaian, Perbaikan kalimat serta daftar pustaka menggunakan Mendeley, Penentuan indikator daerah penelitian	
4	31 Mei 2023	Revisi isi BAB II dan Formating BAB I sampai BAB III	
5	14 Juni 2023	Revisi BAB IV dan BAB V, Perbaikan format title dan sub title, Perbaikan Gambar, Perbaikan Tabel	
6	22 Juni 2023	Perencanaan jurnal skripsi	
7	5 Juli 2023	Revisi BAB V, Perbaikan poin-poin kesimpulan	
8	6 Juli 2023	Bimbingan Terakhir, Pengajuan skripsi dan tanda tangan	

Mengetahui,
 Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Sofia Pinardi, M.T.
 NIDN. 033096904

Mahasiswa

Nisrina Febby Fakhirah
 NIM. 1903025050

LAMPIRAN 5 Lembar Bimbingan Skripsi oleh Pembimbing II



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI ELEKTRO

Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur

Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 8400941

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama : Nisrina Febby Fakhirah
 NIM : 1903025050
 Judul : Perancangan Detektor Temperatur Udara dan Kelembaban Tanah Berbasis Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28 Guna Observasi Dalam Pemeliharaan Tanaman Cabai
 Pembimbing II : Rosalina, S.T., M.T.

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	6 April 2023	Pengajuan BAB I sampai BAB III	
2	10 Mei 2023	Penambahan Referensi berdasarkan sumber resmi	
3	26 Mei 2023	Pengajuan BAB IV dan Revisi Judul	
4	31 Mei 2023	Revisi BAB I dan BAB II	
5	15 Juni 2023	Revisi BAB III, Perbaikan Gambar dan Diagram	
6	3 Juli 2023	Revisi format penulisan dan Diagram Alir	
7	4 Juli 2023	Revisi Blok Diagram Sistem	
8	6 Juli 2023	Bimbingan terakhir, penambahan link video penelitian pada lampiran	

Mengetahui,

Dosen Pembimbing II

Rosalina, S.T., M.T.
 MIDN. 0304017001

Mahasiswa

Nisrina Febby Fakhirah
 NIM. 1903025050

LAMPIRAN 6 Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana oleh Pembimbing I

	Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana	Kode Arsip : 04/Prodi- El/Akad/2010 Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA		

Jakarta, 6 Juli 2023

Bismillahirrahmanirrahim,

Dengan ini, saya sebagai pembimbing I menyatakan bahwa,

Nama	:	Nisrina Febby Fakhirah
NIM	:	1903025050
Alamat	:	Jl. Anjasmara Raya No. 225, RT.005/RW. 010, Mekarjaya Sukmajaya, Kota Depok 16411

Judul Tugas Akhir :

Perancangan Detektor Temperatur Udara dan Kelembaban Tanah Berbasis Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28 guna Observasi dalam Pemeliharaan Tanaman Cabai

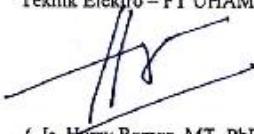
bawa nama yang tertera diatas dinyatakan Layak / ~~Tidak Layak~~ untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing I.

Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

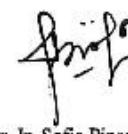
Jakarta, 6 Juli 2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro – FT UHAMKA



(Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Pembimbing I



(Dr. Ir. Sofia Pinardi, M.T.)

Cc :

1. Yang bersangkutan.
2. Arsip.

LAMPIRAN 7 Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana oleh Pembimbing II

	Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana	Kode Arsip : 04/Prodi- El/Akad/2010
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA		Program Studi Teknik Elektro

Jakarta, 6 Juli 2023

Bismillahirrahmanirrahim,

Dengan ini, saya sebagai pembimbing II menyatakan bahwa,

Nama	:	Nisrina Febby Fakhirah
NIM	:	1903025050
Alamat	:	Jl. Anjasmara Raya No. 225, RT.005/RW. 010, Mekarjaya Sukmajaya, Kota Depok 16411

Judul Tugas Akhir :

Perancangan Detektor Temperatur Udara dan Kelembaban Tanah Berbasis Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28 guna Observasi dalam Pemeliharaan Tanaman Cabai

bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan Layak /*Tidak Layak* " untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing II.
Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

Jakarta, 6 Juli 2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro – FT UHAMKA



(Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Pembimbing II



(Rosalima, S.T., M.T.)

Cc :

1. Yang bersangkutan.
2. Arsip.

LAMPIRAN 8 HASIL CEK TURNITIN

Nisrina Febby Fakhirah - Perancangan Detektor Temperatur Udara dan Kelembaban Tanah Berbasis Sensor BMP 280 dan Sensor FC-28 Guna Observasi Dalam Pemeliharaan Tanaman Cabai

ORIGINALITY REPORT

19%	18%	4%	7%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.scribd.com Internet Source	1 %
2	123dok.com Internet Source	1 %
3	eprints.polsri.ac.id Internet Source	1 %
4	id.123dok.com Internet Source	1 %
5	repository.its.ac.id Internet Source	1 %
6	eprints.undip.ac.id Internet Source	1 %
7	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
8	repository.uncp.ac.id Internet Source	<1 %

9	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
10	docplayer.info Internet Source	<1 %
11	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
12	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1 %
13	journal.unj.ac.id Internet Source	<1 %
14	jurnal.nusaputra.ac.id Internet Source	<1 %
15	horti.pertanian.go.id Internet Source	<1 %
16	docobook.com Internet Source	<1 %
17	download.garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	<1 %
18	repository.ittelkom-pwt.ac.id Internet Source	<1 %
19	conference.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
20	gaphortikultura.puslithorti.net Internet Source	<1 %

21	hortikultura.litbang.pertanian.go.id Internet Source	<1 %
22	tabloidsinartani.com Internet Source	<1 %
23	Submitted to Submitted on 1685961647800 Student Paper	<1 %
24	jurnal.fikom.umi.ac.id Internet Source	<1 %
25	jurnal.harianregional.com Internet Source	<1 %
26	scholarcommons.usf.edu Internet Source	<1 %
27	Submitted to Academic Library Consortium Student Paper	<1 %
28	e-journals.unmul.ac.id Internet Source	<1 %
29	ejournal.upbatam.ac.id Internet Source	<1 %
30	kumpulantugassecolahnyarakabintang.blogspot.com Internet Source	<1 %
31	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
32	Dody Susilo, Ridam Dwi Laksono, Yovie Eri Ardiansyah. "Rancang Bangun Sistem Bel	<1 %

Sekolah Otomatis Berbasis Mikrokontroller
 Menggunakan ISD 4003", ELECTRA : Electrical
 Engineering Articles, 2022
 Publication

33	repository.uma.ac.id Internet Source	<1 %
34	www.lamudi.co.id Internet Source	<1 %
35	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
36	www.tuluszvleura.com Internet Source	<1 %
37	amrillaa.blogspot.com Internet Source	<1 %
38	earlfhamfa.wordpress.com Internet Source	<1 %
39	loehakim.blogspot.co.id Internet Source	<1 %
40	Submitted to University Politehnica of Bucharest Student Paper	<1 %
41	dspace.uji.ac.id Internet Source	<1 %
42	eprints.poltektegal.ac.id Internet Source	<1 %

43	eprints.uty.ac.id Internet Source	<1 %
44	Submitted to Universitas Musamus Merauke Student Paper	<1 %
45	kkn.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
46	muhammadamarrobbani163032.blogspot.com Internet Source	<1 %
47	Submitted to Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Gadjah Mada Student Paper	<1 %
48	www.murciasolarrace.com Internet Source	<1 %
49	Iswanto Iswanto, Fachrudin Hunaini, Dedi Usman Effendy. "Prototype Monitoring and Controlling of Wastewater Treatment Plant (WWTP) on IoT-Free Output Channels", JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA), 2023 Publication	<1 %
50	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
51	Submitted to Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Student Paper	<1 %

52	repo.uinsatu.ac.id Internet Source	<1 %
53	vdocuments.mx Internet Source	<1 %
54	1library.co Internet Source	<1 %
55	dwiwidjanarko.com Internet Source	<1 %
56	iwangeodrs81.wordpress.com Internet Source	<1 %
57	jurnal.unsil.ac.id Internet Source	<1 %
58	www.teknologinasa.com Internet Source	<1 %
59	adoc.tips Internet Source	<1 %
60	digilib.yarsi.ac.id Internet Source	<1 %
61	nanopdf.com Internet Source	<1 %
62	ojs.unud.ac.id Internet Source	<1 %
63	repo.itera.ac.id Internet Source	<1 %

64	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
65	www.famosastudio.com Internet Source	<1 %
66	Aldofadilaputra. "RANCANG BANGUN ALAT CUCI TANGAN PINTAR MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS ARDUINO", Electrician, 2021 Publication	<1 %
67	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
68	meliseptalenia1c415040site.wordpress.com Internet Source	<1 %
69	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off Exclude matches Off
 Exclude bibliography Off