



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN GARASI OTOMATIS
UNTUK MENGHINDARI BANJIR BERBASIS *Internet of Things* (IoT)**

TUGAS AKHIR



**Program Studi
S1 Teknik Komputer**

**UNIVERSITAS
Dinamika**

Oleh:

MOH. NOVIN HERLAMBANG

20410200009

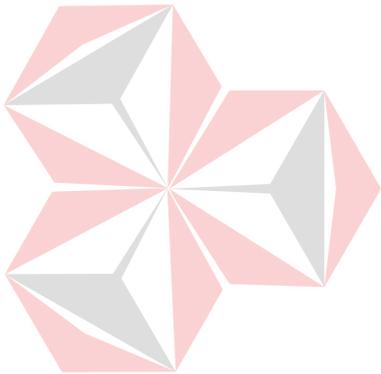
**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA
2024**

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN GARASI OTOMATIS
UNTUK MENGHINDARI BANJIR BERBASIS *Internet of Things* (IoT)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan

Program Sarjana Teknik



UNIVERSITAS
Dinamika

Oleh:

Nama : Moh. Novin Herlambang

NIM : 20410200009

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Teknik Komputer

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

2024

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN GARASI OTOMATIS UNTUK MENGHINDARI BANJIR BERBASIS *Internet of Things (IoT)*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Moh. Novin Herlambang

NIM : 20410200009

Telah diperiksa, dibantu, dibahas dan disetujui oleh Dewan Pembahas

Pada : 1 Agustus 2024

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing:

I. **Harianto, S.Kom., M.Eng.**

NIDN. 0722087701

II. **Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT.**

NIDN. 0721047201

Pembahas:

I. **Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.**

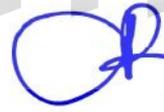
NIDN. 0729047501



cn=Harianto Harianto,
o=Universitas Dinamika,
ou=Prodi S1 Teknik Komputer,
email=hari@dinamika.ac.id, c=ID
2024.08.02 15:44:29 +07'00'



cn=Weny Indah Kusumawati,
o=Undika, ou=Prodi S1 TK - FTI,
email=weny@dinamika.ac.id,
c=ID
2024.08.02 15:18:22 +07'00'



cn=Pauladie Susanto, o=Universitas
Dinamika, ou=PS S1 Teknik
Komputer,
email=pauladie@dinamika.ac.id, c=ID
2024.08.02 16:41:43 +07'00'

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk memperoleh gelar sarjana



Digitally signed by Anjik

Sukmaaji

Date: 2024.08.07

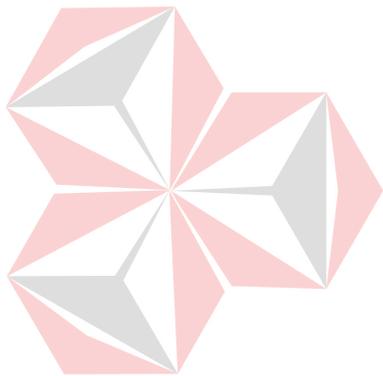
15:41:48 +07'00'

Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng.

NIDN. 0731057301

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

UNIVERSITAS DINAMIKA



“Kesulitan itu adalah hasil dari dosa,

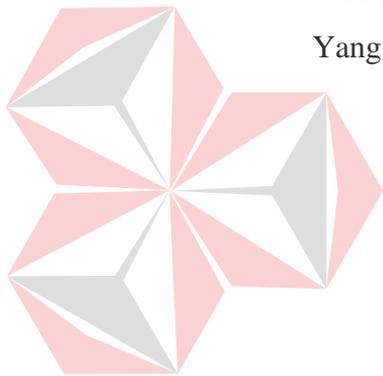
Kamu itu pendosa

Tak layak mengeluh atas kesulitan yang menimpamu

Imam Hanafi

UNIVERSITAS
Dinamika

Kupersembahkan kepada Orang tua dan semua orang yang
Yang selalu membantu dan mendoakan, memberikan dukungan
dan Motivasi kepada saya



UNIVERSITAS
Dinamika

PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Universitas Dinamika, Saya :

Nama : **Moh. Novin Herlambang**
NIM : **204010200009**
Program Studi : **S1 Teknik Komputer**
Fakultas : **Fakultas Teknologi dan Informatika**
Jenis Karya : **Laporan Tugas Akhir**
Judul Karya : **RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN GARASI OTOMATIS UNTUK MENGHINDARI BANJIR BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

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

Demikian surat pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya.

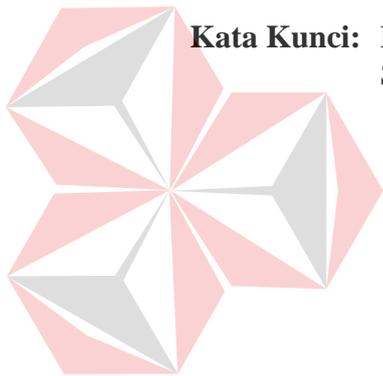
Surabaya, 15 Juli 2024



Moh. Novin Herlambang
NIM : 20.41020.0009

ABSTRAK

Garasi rumah sering menjadi area yang rentan terhadap banjir, dimana kendaraan terendam air akibat hujan atau kenaikan air dari luapan sungai secara tiba-tiba. Garasi otomatis menawarkan peluang untuk menghindari banjir dalam area garasi, dalam aplikasi rumah cerdas. Sistem ini mengembangkan dan mengevaluasi konsep teknologi berbasis IoT untuk mendeteksi gejala awal banjir dan mengaktifkan mekanisme perlindungan secara otomatis. Sistem yang diusulkan menggunakan sensor curah hujan tipping bucket dan sensor ultrasonik untuk mengukur intensitas hujan dan ketinggian air. Hasil yang telah dilakukan pada penelitian ini Sensor Curah Hujan Tipping Bucket memiliki tingkat kesalahan sebesar 0.032%, sedangkan sensor Ultrasonik memiliki tingkat kesalahan sebesar 1.90%. sesuai dengan fungsinya. Pengujian Aplikasi Android mencapai tingkat akurasi 100%, alat dapat mengirimkan notifikasi secara langsung dari jarak jauh melalui Aplikasi Android.



Kata Kunci: ESP32, Sensor Curah Hujan Tipping Bucket, Sensor Ultrasonik, Stepper Nema 17, Driver A4998

UNIVERSITAS
Dinamika

KATA PENGANTAR

Terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan Rahmat-Nya yang memungkinkan penulis menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan Judul “RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN GARASI OTOMATIS UNTUK MENGHINDARI BANJIR BERBASIS *Internet of Things* (IoT)” tepat waktu. Orang Tua dan seluruh keluarga penulis yang tercinta, atas dorongan, dukungan moral, dan bantuan materi yang diberikan, sehingga proses penulisan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah mendapatkan banyak bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

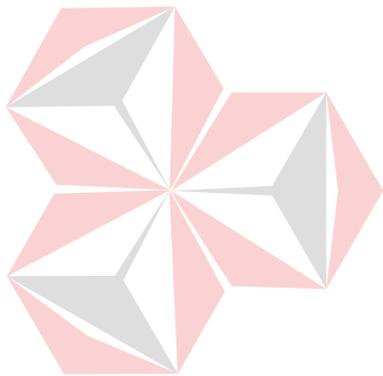
1. Allah SWT, karena dengan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan Orang-orang terdekat yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik secara moral maupun material, sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Dinamika.
4. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Komputer dan selaku Dosen Pembahas. Penulis mengucapkan terima kasih, atas bimbingan, kesempatan, serta arahan baik secara tertulis maupun lisan yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Harianto, S.Kom., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan dan solusi untuk membantu penyelesaian Tugas Akhir ini agar menjadi lebih baik.
6. Ibu Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT., selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan dukungan penuh berupa saran dan motivasi selama pelaksanaan Tugas Akhir dan penulisan laporan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh teman-teman S1 Teknik Komputer Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan semangatnya untuk membantu penulis menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

8. Laboran S1 Teknik Komputer, yang telah membantu dan memberi saran kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca serta menambah wawasan mereka. Penulis juga menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik untuk perbaikan dan peningkatan di masa yang akan datang.

Surabaya, 1 Agustus 2024

Penulis

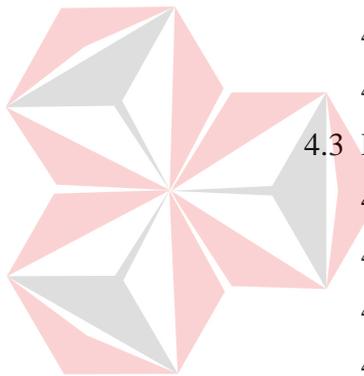


UNIVERSITAS
Dinamika

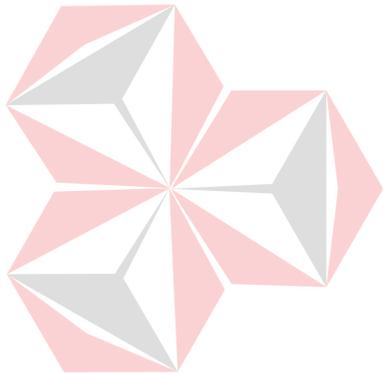
DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Garasi	4
2.2 Banjir	5
2.3 <i>Internet of Things</i>	5
2.4 ESP32	6
2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04	7
2.6 Sensor Curah Hujan Tipping Bucket	8
2.7 Stepper Motor Nema 17	9
2.8 Driver Motor Stepper A4988	10
2.9 Sensor Reed Switch	11
2.10 LCD I2C	11
2.11 Arduino IDE	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Blok Diagram Sistem	13
3.2 Perancangan Perangkat Keras	14
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	16
3.3.1 Flowchart Sistem	16

3.3.2	Flowchart Function Baca Sensor Jarak.....	17
3.3.3	Flowchart Function Baca Sensor Curah Hujan.....	18
3.4	Perancangan Mekanik.....	19
3.5	Prioritas Sensor.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	22
4.1.1	Tujuan Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	22
4.1.2	Bahan dan Alat yang Digunakan Pengujian	22
4.1.3	Prosedur Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	22
4.1.4	Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik	23
4.2	Pengujian Sensor Curah Hujan Tipping Bucket.....	24
4.2.1	Tujuan Pengujian Sensor Curah Hujan Tipping Bucket.....	24
4.2.2	Bahan dan Alat Digunakan Pengujian	24
4.2.3	Prosedur Pengujian Sensor Curah Hujan Tipping Bucket...	24
4.2.4	Hasil Pengujian Sensor Curah Hujan Tipping Bucket.....	25
4.3	Pengujian Motor Stepper Nema 17.....	26
4.3.1	Tujuan Pengujian Motor Stepper	26
4.3.2	Bahan dan Alat Digunakan Pengujian	26
4.3.3	Prosedur Pengujian Motor Stepper	26
4.3.4	Hasil Pengujian Motor Stepper	26
4.4	Pengujian Sensor Reed Switch	27
4.4.1	Tujuan Pengujian Sensor Reed Switch	27
4.4.2	Bahan dan Alat yang Digunakan Pengujian	27
4.4.3	Prosedur Pengujian Sensor Reed Switch	28
4.4.4	Hasil Pengujian Reed Switch.....	28
4.5	Pengujian LCD I2C	29
4.5.1	Tujuan Pengujian LCD I2C	29
4.5.2	Alat yang Digunakan Pengujian Jarak Terbaik.....	29
4.5.3	Prosedur Pengujian LCD I2C	29
4.5.4	Hasil Pengujian LCD I2C	30
4.6	Pengujian Pada Blynk.....	31
4.6.1	Tujuan Pengujian Pada Blynk.....	31



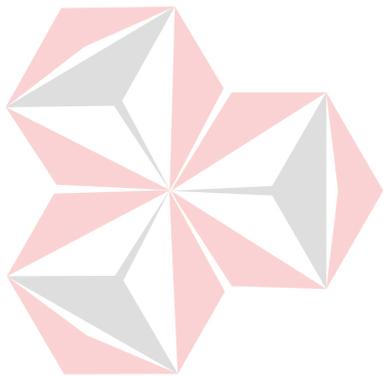
4.6.2	Bahan dan Alat digunakan Pengujian	31
4.6.3	Prosedur Pengujian pada Blynk	31
4.6.4	Hasil Pengujian pada Blynk	32
4.7	Pengujian Keseluruhan	33
4.7.1	Tujuan Pengujian Keseluruhan	33
4.7.2	Bahan dan Alat digunakan Pengujian Keseluruhan	33
4.7.3	Prodesur Pengujian pada Keseluruhan.....	33
4.7.4	Hasil Pengujian Keseluruhan	34
BAB V PENUTUP.....		37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran	37
DAFTAR PUSTAKA		38
LAMPIRAN		40



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik	23
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sensor Curah Hujan.....	25
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Motor Stepper	27
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Reed Switch.....	28
Tabel 4.5. Hasil Pengujian LCD	30
Tabel 4. 6 Tabel Pengujian Blynk.....	32
Tabel 4. 7 Pengujian Keseluruhan	34



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Garasi	4
Gambar 2. 2 Banjir	5
Gambar 2. 3 <i>Internet of Things</i>	5
Gambar 2. 4 ESP32	6
Gambar 2. 5 Sensor Ultrasonik HC-SR04	7
Gambar 2. 6 Sensor Curah Hujan Tipping Bucket	8
Gambar 2. 7 Tipping Bucket	9
Gambar 2. 8 Stepper Motor Nema 17	9
Gambar 2. 9 Driver Motor Stepper A4988	10
Gambar 2. 10 Sensor Reed Switch	11
Gambar 2. 11 LCD I2C	11
Gambar 2. 12 Arduino IDE	12
Gambar 3. 1 Blok Diagram	13
Gambar 3. 2 Skematik Rancangan Alat	14
Gambar 3. 3 Flowchart Sistem Main	17
Gambar 3. 4 Flowchart Function Baca Sensor Jarak	18
Gambar 3. 5 Flowchart Function Baca Curah Hujan	19
Gambar 3. 6 Perancangan Mekanik	20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1: Program Sensor Ultrasonik.....	40
Lampiran 2: Program Sensor Curah Hujan Tipping Bucket.....	41
Lampiran 3: Program Motor Stepper Nema 17.....	42
Lampiran 4: Program Sensor Reed Switch	43
Lampiran 5: Program LCD I2C	44
Lampiran 6: Program Notifikasi Blynk.....	45
Lampiran 7: Program Keseluruhan	46
Lampiran 8: Datasheet A4988	50
Lampiran 9: Datasheet Sensor Ultrasonik.....	56
Lampiran 10: Datasheet 3141	58
Lampiran 11: Flowchart Baca Sensor Curah Hujan	66
Lampiran 12: Flowchart Baca Sensor Jarak.....	67
Lampiran 13: Form Bimbingan.....	68
Lampiran 14: Hasil Cek Plagiasi	69



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim global dapat menimbulkan ancaman terjadinya banjir, salah satu tantangan yang dihadapi di kota-kota besar. Banjir ini adalah peristiwa alam yang sudah lama terjadi di suatu kota. Banjir terjadi setiap tahun di kota-kota, terutama di DKI Jakarta. Banjir di DKI Jakarta dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang besar (Linton *et al.*, 2020). Garasi rumah sebagai salah satu area yang rentan terhadap dampak banjir, kerap kali kendaraan terendam air akibat hujan deras atau kenaikan air yang tiba-tiba.

Dalam mencari solusi masalah ini, *Internet of Things* memiliki dampak yang signifikan, seperti pada aplikasi rumah dan mobil cerdas (Najib, Sulistyono and Widyawan, 2020), sebagai garasi antisipasi terhadap banjir. IoT dapat mengintegrasikan berbagai perangkat dan sensor cerdas guna memantau serta mengatur garasi pada saat banjir.

Sistem otomatis yang diusulkan, didesain untuk mendeteksi gejala awal banjir, seperti peningkatan air di sekitar area garasi, dan secara otomatis mengaktifkan mekanisme perlindungan untuk mencegah kerusakan pada kendaraan yang berada di garasi. Sistem ini terhubung ke jaringan internet, pengguna dapat memonitor kondisi garasi dari jarak jauh untuk mengetahui sistem bekerja dengan baik dan dapat mengetahui alat yang digunakan berjalan dengan baik atau ada masalah pada alat yang digunakan yang dapat dipantau melalui aplikasi seluler atau platform web.

Ada penelitian sebelumnya yang merujuk dalam sistem dan teknologi yang sama yaitu garasi otomatis. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Libelad, et al. pada tahun 2023 membuat sebuah sistem pengendali pintu gerbang garasi pintar berbasis ubidots IoT *cloud platform*. Dalam penelitian sebelumnya yang sama dalam pembahasan garasi hanya berfokus pada pengendali pintu garasi saja, tanpa ada kemungkinan cuaca hujan dan sekitar mengalami banjir.

Pada penelitian sebelumnya yang memiliki sistem dan teknologi yang sama, dilakukan oleh Sanjani & Ramza pada tahun 2019, membuat sebuah prototype

pemarkiran mobil melingkar otomatis. Dalam penelitian tersebut merancang untuk parkir gedung bertingkat dengan sistem lift untuk menaikkan dan menurunkan mobil dan digunakan dalam skala besar.

Oleh karena itu pada penelitian ini mengembangkan dan mengevaluasi sebuah konsep teknologi berbasis IoT yang digunakan untuk memantau dan mengolah data untuk memberikan pemberitahuan tentang sensor dan motor pada saat terjadi masalah atau alat tidak berfungsi. Blynk digunakan untuk mempermudah user menerima pemberitahuan dan memantau alat. Diperlukan pembangunan sistem garasi otomatis menaikkan mobil pada saat terjadi banjir. Garasi ini dianggap sebagai langkah inovatif dalam upaya mencegah banjir pada garasi rumah dan juga dapat membantu mengetahui kondisi hujan yang dapat dipantau secara *real-time*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, dapat dirumuskan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem garasi otomatis yang dapat dipantau dari jarak jauh berbasis IoT?
2. Bagaimana merancang sistem garasi otomatis untuk mengatasi terjadinya banjir?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem tidak dapat dikendalikan pada saat tidak ada listrik.
2. Aplikasi pada smartphone menggunakan Blynk.
3. Sistem ini tidak menggunakan mode manual hanya menggunakan otomatis.

1.4 Tujuan

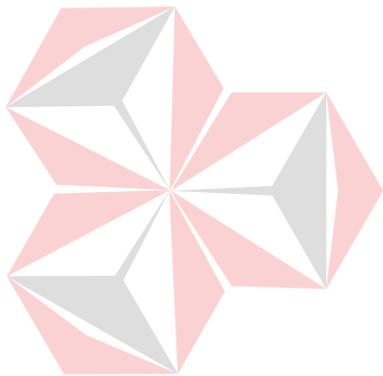
Berdasarkan latar belakang dan rumusan di atas, yang dapat menjadi tujuan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Merancang sistem garasi otomatis yang dapat memantau ketinggian air dan curah hujan pada garasi jarak jauh menggunakan IoT.
2. Merancang sistem garasi untuk mencegah kerusakan kendaraan pada saat banjir.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini dapat diperoleh sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan dan penerapan mengenai sistem pengendali garasi otomatis berbasis *Internet of Things* dengan memantau jarak jauh pada garasi.
2. Meningkatkan keamanan garasi dengan memberikan respons terhadap ancaman banjir.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Garasi



Gambar 2. 1 Garasi
(Sumber: Dekoruma, 2018)

Garasi Rumah berfungsi sebagai tempat penyimpanan kendaraan dan ruang tambahan untuk menjaga kendaraan. Bagi pemilik mobil, atau kendaraan pribadi, menjaga kendaraannya dengan menambahkan bangunan tambahan berupa garasi. Keamanan dan perlindungan garasi dibuat sebaik mungkin untuk menjaga kendaraan, mulai dari kunci gembok manual sampai kunci otomatis dan keamanan gerbang garasi otomatis, sehingga kendaraan dijaga sebaik mungkin.

Selain melindungi mobil dari pencurian dan melindungi dari hujan, sinar matahari, dan embun di malam hari (Nadhir, Sulistiyanti and Trisanto, 2014), garasi tempat penting bagi kendaraan agar memperpanjang usia kendaraan. Fungsi garasi rumah sering kali digunakan untuk menyimpan peralatan rumah tangga.

2.2 Banjir



Gambar 2. 2 Banjir
(Sumber: Hafadzoh, 2020)

Banjir adalah peristiwa ketika daratan yang biasanya kering menjadi tergenang oleh air karena curah hujan tinggi dan luapan air. Rendahnya kemampuan infiltrasi tanah menyebabkan dataran tidak mampu menyerap air, yang menyebabkan banjir (Engineering and Sciej, 2020).

Faktor alam seperti curah hujan tinggi, topografi, pasang surut air sungai, sangat sulit dikendalikan jika dikendalikan memerlukan biaya cukup besar (Sulaiman *et al.*, 2020). Kerugian yang tinggi terhadap kendaraan yang terendam banjir. Pertumbuhan penduduk dan penambahan lahan di daerah bantaran sungai yang telah berubah menjadi permukiman masalah banjir semakin meningkat, sehingga daerah resapan air menjadi lebih sedikit.

2.3 *Internet of Things*

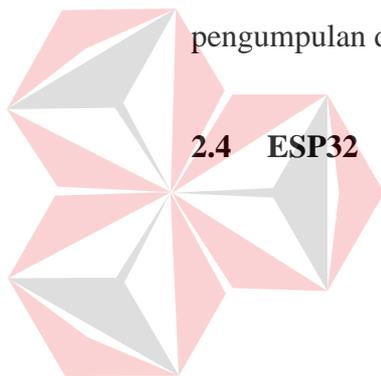


Gambar 2. 3 *Internet of Things*
(Sumber: Diskominfo, 2018)

Internet of Things atau IoT adalah dimana semua benda di dunia nyata memiliki dapat berkomunikasi satu sama lain sebagai bagian dari suatu sistem yang terhubung melalui jaringan internet (Efendi, 2018). IoT bertujuan mengintegrasikan

teknologi internet yang terus berkembang agar dapat diimplementasikan ke dalam benda fisik sehingga orang dapat berinteraksi langsung dengan benda tersebut seperti mengirim data dan dikontrol dari jarak jauh secara *real-time*.

Blynk merupakan platform IoT yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi mobile yang dapat terhubung dengan perangkat keras seperti Arduino, Raspberry Pi, dan berbagai jenis mikrokontroler lainnya. Melalui Blynk, pengguna bisa mengendalikan perangkat IoT dan memantau data sensor dari jarak jauh menggunakan aplikasi yang dirancang secara kustom. Blynk sebuah dashboard digital yang memiliki kemampuan antarmuka grafis yang dapat digunakan untuk proyek *Internet of Things* (Harir, Novianta and Kristiyana, 2019) . Platform ini sangat bermanfaat dalam penerapan konsep Internet of Things, karena memfasilitasi integrasi yang sederhana antara perangkat fisik dan sistem yang terhubung ke internet, serta memudahkan pemantauan, pengendalian, dan pengumpulan data secara real-time dari lokasi yang jauh.



2.4 ESP32



Gambar 2. 4 ESP32
(Sumber: Rifky, 2021)

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenal oleh Espressif System dan merupakan penerus dari ESP8266. ESP32 mendukung koneksi langsung dengan *WiFi* (Wagya, 2019), yang mempermudah pembuatan sistem IoT yang memerlukan koneksi wireless dengan daya operasi 3.2 volt hingga 5 volt. Ada tiga pin Serial pada ESP32. Pin Serial 0 digunakan secara default untuk mengirimkan program dari USB ke Serial. Pin Serial1 dan Serial2 dapat ditukar seperti *software* Serial pada Arduino Uno dan mega adalah pin yang dapat digunakan sebagai output untuk *hardware* serial. Beberapa fitur penting dari ESP32:

1. Prosesor Ganda
2. *WiFi* dan *Bluetooth* Terintegrasi
3. Banyak GPIO
4. ADC dan DAC
5. Komunikasi Serial Lengkap
6. Timer dan Interrupts
7. PWM
8. Alat pengembangan
9. Mode Daya Rendah

2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 2. 5 Sensor Ultrasonik HC-SR04
(Sumber: <https://www.arduinoindonesia.id/>)

Sensor Ultrasonik HC-SR04 adalah sensor siap pakai yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan prinsip pemantulan gelombang suara, yang dapat digunakan untuk mengukur jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu sesuai dengan sumber *oscillator* (Siswanto, Ikin Rojikin and Windu Gata, 2019).

Sensor mengirimkan sinyal ultrasonik 8 langkah pada frekuensi 40 kHz. Sinyal ini diterima pada pin Echo dan digunakan untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut. Selisih waktu antara pengiriman dan penerimaan sinyal digunakan untuk menghitung jarak.

$$Jarak (cm) = pulse(s) \frac{0.034 \left(\frac{cm}{s}\right)}{2} \quad (1)$$

Pada rumus di atas nilai 0.034 cm/s dihasilkan dari kecepatan suara di udara, karena sensor mengukur waktu perjalanan bolak-balik sinyal ultrasonik yaitu waktu mengirim dan waktu pantulan dibagi 2 dalam waktu perjalanan satu arah. Penjelasan lebih lengkap ada pada lampiran 9.

2.6 Sensor Curah Hujan Tipping Bucket



Gambar 2. 6 Sensor Curah Hujan Tipping Bucket
(Sumber: Di and Sungai, 2023)

Sensor Curah Hujan Tipping Bucket adalah sensor yang menggunakan reed switch untuk mencatat berapa kali terjadi *clock*, dihitung oleh rangkaian counter dan dicatat di dalam *logger* atau ditampilkan pada layar. Cara sensor ini bekerja adalah menghitung volume air hujan yang tertampung dengan cara menghitung pergerakan jungkat jungkit yang terjadi. Data ini dikalikan dengan volume air maksimal yang tertampung di setiap jungkat jungkit, maka curah hujan diketahui (Utama, Cahyono and Wibowo, 2022).

Teknologi ini memerlukan ketetapan mekanis dan sistem pengukuran yang cermat untuk memastikan setiap pergerakan ember tercatat dengan tepat. Ember dirancang dengan kapasitas tetap, sehingga volume curah hujan yang tercatat pada setiap pergerakan.

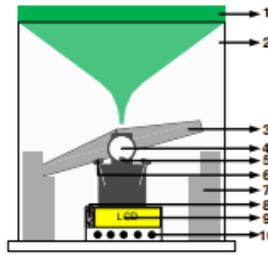
$$CH = \frac{n \cdot vl}{L} \quad (2)$$

CH = Curah hujan (mm)

n = Banyak jungkat jungkit

vl = Volume jungkat jungkit (mm³)

L = Luas penampung jatuh hujan (mm²)



Gambar 2. 7 Tipping Bucket
(Sumber: Saputra, Nurussa'adah and Rif'an, 2013)

Air Hujan hujan masuk melalui corong penakar dan kemudian mengalir ke dalam bucket sebanyak 0.47 mm, maka jungkit dan bucket satunya siap menerima air hujan yang masuk. Saat bucket jungkit, pena menggores pias 0,47 mm. Dari goresan pena skala dapat diketahui jumlah curah hujan (Di and Sungai, 2023). Datasheet Sensor Curah Hujan tidak ada, menggunakan sensor hall effect A3144 jadi mengacu pada datasheet A3144 pada lampiran 10.

2.7 Stepper Motor Nema 17

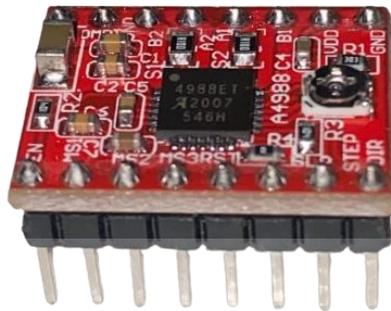


Gambar 2. 8 Stepper Motor Nema 17
(Sumber: Budijanto, 2016)

Motor Stepper Nema 17 adalah motor yang putaran berdasarkan langkah (step) diskrit. Prinsip kerja mengubah pulsa-pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit, dimana motor stepper bergerak berdasarkan urutan (Budijanto, 2016).

Berbeda dengan motor DC konvensional yang bekerja berdasarkan komutasi pada komponen brush. Motor stepper mengubah sinyal-sinyal listrik menjadi gerakan mekanis diskrit, bergerak dalam langkah (step) secara teratur. Setiap langkah mewakili perubahan sudut rotasi tertentu, memungkinkan pengaturan posisi motor dengan presisi berdasarkan jumlah langkah yang diterapkan.

2.8 Driver Motor Stepper A4988

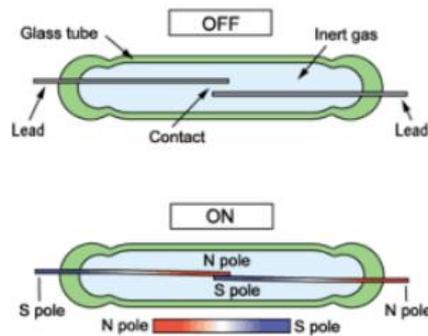


Gambar 2. 9 Driver Motor Stepper A4988
(Sumber: Saputra, 2019)

Driver motor stepper A4988 adalah microstepping yang dapat mengontrol motor stepper bipolar dengan translator bawaan untuk mengoperasikan yang lebih mudah. Driver ini hanya menggunakan dua pin kontrol untuk mengontrol kerja motor stepper. Pin pertama untuk mengontrol arah putaran dan pin kedua untuk mengontrol step motor.

Driver motor stepper ini berfungsi untuk mengatur jumlah step yang dikirimkan dari driver ke motor stepper (Ripaldo, Hasan and Al Rasyid, 2023). Kemampuan driver A4988 mendukung pengendali stepper seperti full-step, half-step dan microstepping. Mode-mode ini memungkinkan driver untuk mengatur pergerakan motor stepper dengan tingkat presisi dan halus.

2.9 Sensor Reed Switch



Gambar 2. 10 Sensor Reed Switch
(Sumber: Ardianto, 2021)

Reed Switch adalah sensor elektrik yang bekerja dengan medan magnet untuk mengubah kondisinya. Atau disebut sensor magnet secara singkat karena aktif jika terkena lempengan magnet. Sensor ini bersifat *normally open* (NO) dan *normally closed* (NC), sehingga mengubah status sirkuit yang terhubung atau memutuskan sambungan, tergantung pada arahan medan magnet.

Sensor saling bertemu, menarik satu dengan yang lain menyebabkan kontak menyambung jika terkena magnet pada saat sensor tidak terkena magnet, maka tidak saling terhubung (Ardianto, 2021). Udara diantara kedua buluh bertindak sebagai isolator, sehingga tidak ada arus yang bisa melewati kontak. Saat magnet mendekati kontak, nilai menjadi 0, sedangkan jika magnet dijauhkan dari kontak, nilai menjadi 1.

2.10 LCD I2C



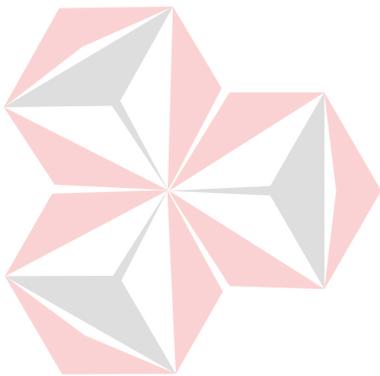
Gambar 2. 11 LCD I2C
(Sumber: Bima Prakarsa and Edidas, 2022)

LCD I2C adalah media tampilan yang paling mudah untuk diamati karena menghasilkan karakter yang baik dan cukup. Menampilkan 32 karakter 16 x 2,

dengan 16 karakter pada baris atas dan 16 karakter pada baris bawah. LCD dapat dikontrol dengan menggunakan 2 pin SDA dan SCL. Salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data baik karakter, huruf ataupun grafik (Mindasari, As'ad and Meilantika, 2022). LCD salah satu elektronik yang menggunakan teknologi CMOS logic.

LCD adalah lapisan campuran organik antara lapisan kaca transparan dengan elektroda indium oksida transparan sebagai layar tujuh segmen dan lapisan elektroda pada kaca belakang (Natsir, Rendra and Anggara, 2019). Cahaya yang terpantul tidak mampu menembus molekul yang sudah tersusun, sehingga segmen yang aktif terlihat gelap dan menciptakan sifat data yang ditampilkan.

2.11 Arduino IDE

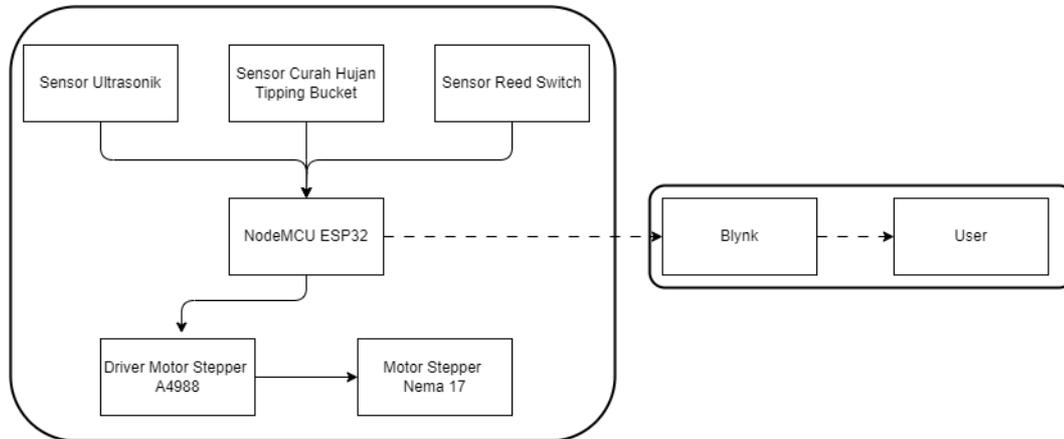


Gambar 2. 12 Arduino IDE
(Sumber: Banzi, 2024)

Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk membuat sketch program, atau dengan kata lain, Arduino IDE sebagai media membuat program pada board yang ingin di program. Arduino IDE ini berguna untuk edit, membuat, meng-upload, dan pengkodean program tertentu (Mahanin Tyas *et al.*, 2023). Arduino IDE berbasis bahasa program JAVA dan dilengkapi dengan library wiring C/C++ untuk mempermudah operasi input dan output.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 3. 1 Blok Diagram

Gambar 3.1 blok diagram sistem terdiri dari beberapa komponen. Prinsip pengoperasian perangkat ini atau diagram blok dapat dijelaskan sebagai berikut:

Input

1. Sensor Ultrasonik komponen input yang berfungsi sebagai pendeteksi jarak yang digunakan untuk menentukan jarak permukaan air. Jarak dapat ditampilkan pada layer LCD.
2. Sensor Curah Hujan komponen input yang berfungsi sebagai pendeteksi curah hujan. Pengukuran curah hujan dapat ditampilkan pada layer LCD.
3. Sensor Reed Switch komponen input yang berfungsi untuk menentukan batas atas dan batas bawah.

Proses

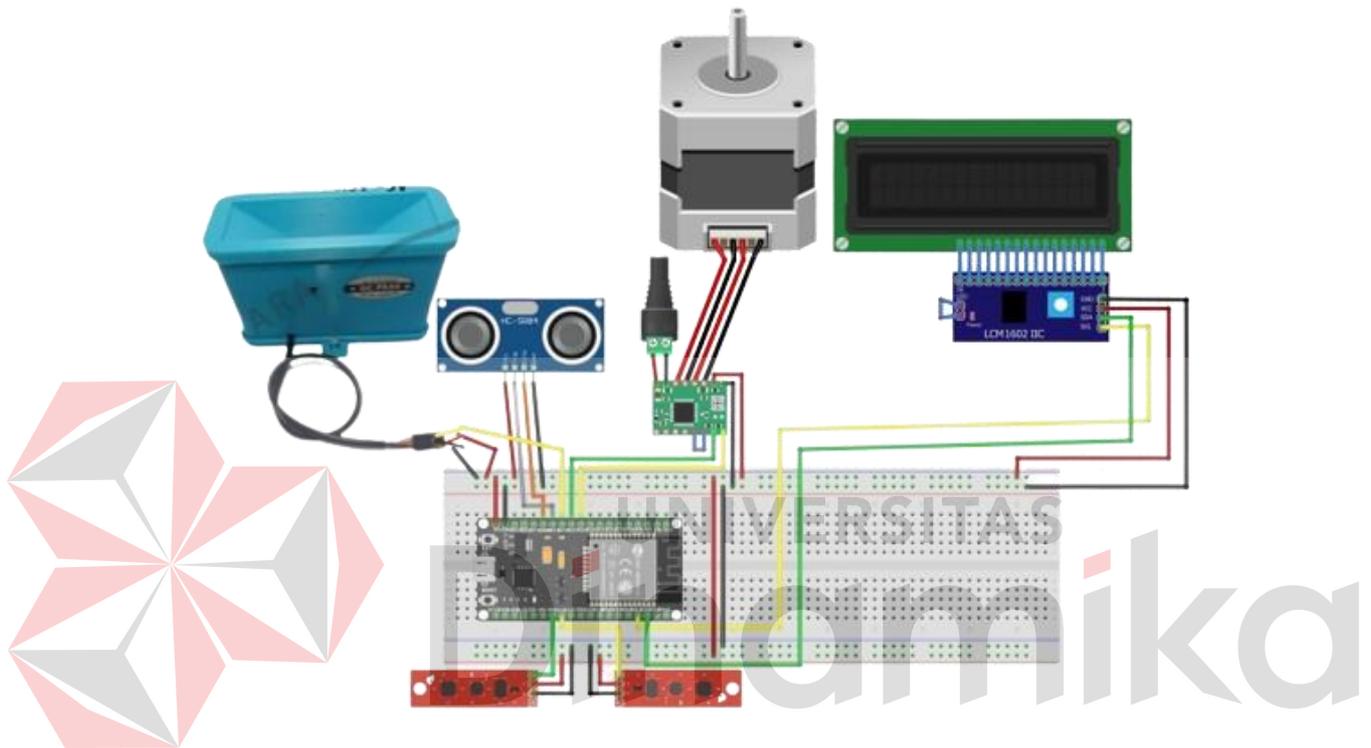
Mikrokontroler ESP32 modul untuk mengontrol berbagai sensor dan digunakan untuk berkomunikasi dengan Blynk untuk mengirim pemberitahuan kepada pengguna.

Output

1. LCD I2C digunakan untuk menampilkan hasil dari sensor ultrasonik tampilan muncul nilai jarak dari pembacaan sensor dan menampilkan hasil pembacaan sensor curah hujan.

2. Driver A4988 modul yang digunakan untuk mengatur putaran, menjalankan dan mengatur step kecepatan motor stepper.
3. Motor Stepper Nema 17 digunakan untuk naik turun papan

3.2 Perancangan Perangkat Keras

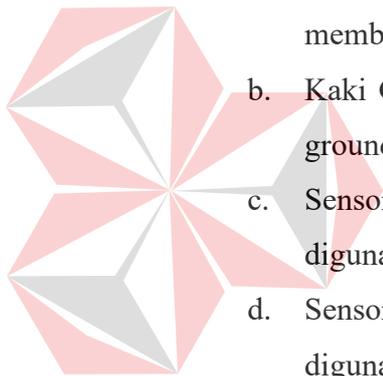


Gambar 3. 2 Skematik Rancangan Alat

Gambar 3.2 skematik rancangan alat diatas dapat menggambarkan jalur kabel ini menjelaskan koneksi kabel yang diperlukan untuk menghubungkan berbagai komponen dalam proyek ini menggunakan mikrokontroler ESP32. Proyek ini bertujuan untuk mengontrol berbagai sensor dan perangkat melalui ESP32. Berikut penjelasan dibawah ini:

1. Sensor Ultrasonik:
 - a. Kaki VCC menghubungkan pada pin 5v pada ESP32 digunakan untuk memberi daya.
 - b. Kaki GND menghubungkan ke pin GND pada ESP32 digunakan untuk refrensi ground.

- c. Kaki Trig menghubungkan ke pin 12 pada ESP32 digunakan untuk mengirim sinyal triger.
 - d. Kaki Echo menghubungkan ke pin 13 pada ESP32 digunakan untuk menerima sinyal pantulan.
2. Sensor Curah Hujan Tipping Bucket:
 - a. Kaki VCC (Kabel merah) menghubungkan ke pin 5V pada ESP32 digunakan untuk memberi daya.
 - b. Kaki GND (Kabel hitam) menghubungkan ke pin GND pada ESP32 digunakan untuk ground.
 - c. Kaki Data (Kabel kuning) menghubungkan ke pin 14 pada ESP32 digunakan untuk komunikasi data.
 3. Sensor Reed Switch 1 dan Reed Switch 2:
 - a. Kaki VCC menghubungkan ke pin 3V pada ESP32 digunakan untuk memberi daya.
 - b. Kaki GND menghubungkan ke pin GND pada ESP32 digunakan untuk ground.
 - c. Sensor Reed switch 1 kaki D0 menghubungkan ke pin 16 pada ESP32 digunakan untuk komunikasi data.
 - d. Sensor Reed switch 2 kaki D0 menghubungkan ke pin 18 pada ESP32 digunakan untuk komunikasi data.
 4. Driver A4988:
 - a. Kaki VCC menghubungkan ke pin 5V pada ESP32 digunakan untuk menghubungkan daya.
 - b. Kaki GND menghubungkan ke pin GND pada ESP32 digunakan untuk ground.
 - c. Kaki DIR menghubungkan ke pin 26 pada ESP32 digunakan mengontrol arah putaran motor. Sinyal HIGH dan LOW.
 - d. Kaki STEP menghubungkan ke pin 27 pada ESP32 digunakan untuk mengontrol pergerakan langkah motor.
 - e. Kaki VMOT menghubungkan ke positif pada power supply.
 - f. Kaki GND menghubungkan ke negatif pada power supply.

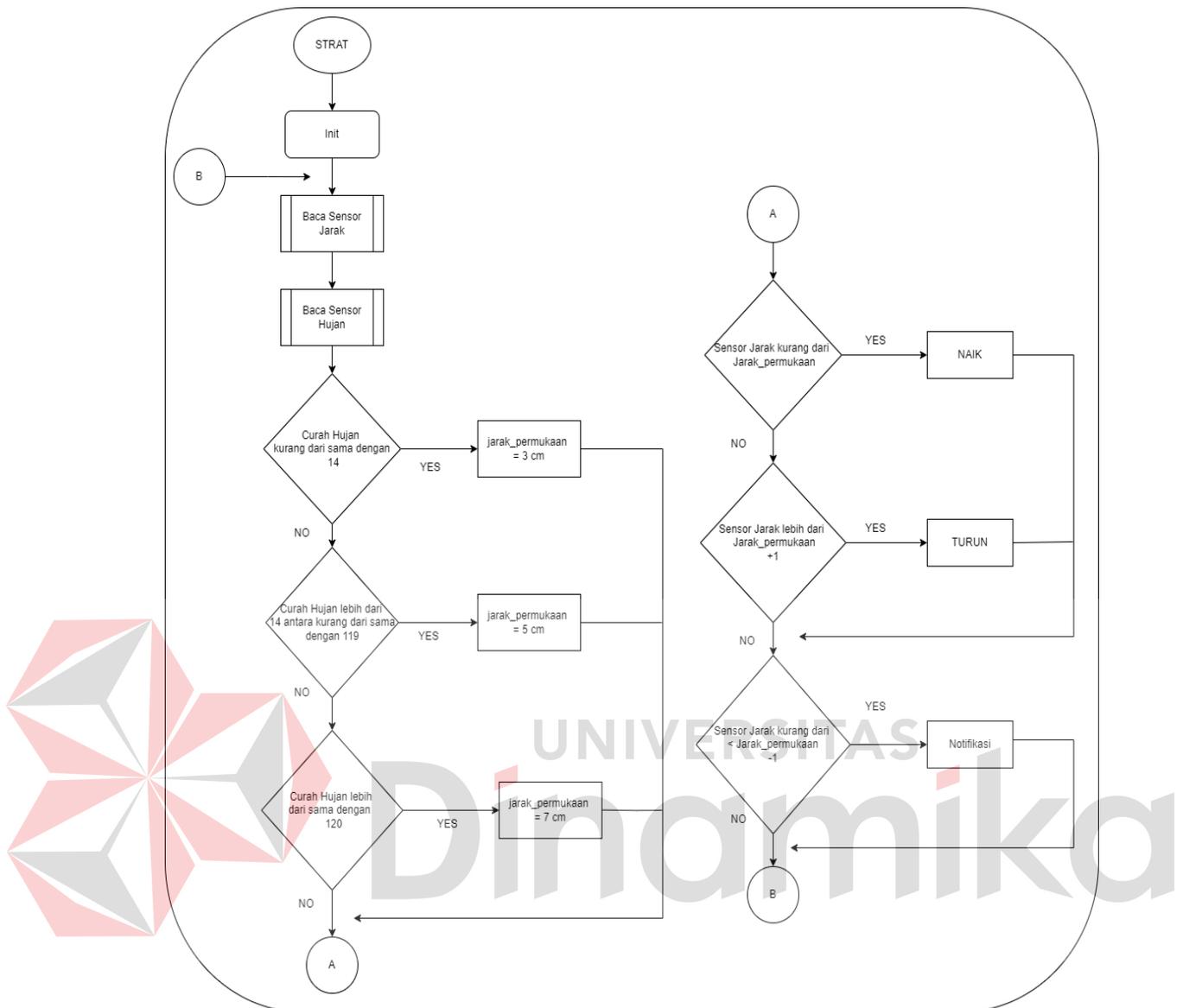


5. LCD I2C:
 - a. Kaki VCC menghubungkan ke pin 5V pada ESP32 untuk memberikan daya.
 - b. Kaki GND menghubungkan ke pin GND pada ESP32 untuk ground.
 - c. Kaki SDA menghubungkan ke pin 21 pada ESP32 untuk komunikasi data serial.
 - d. Kaki SCL menghubungkan ke pin 22 pada ESP32 untuk sinyal *clock* serial.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

3.3.1 Flowchart Sistem

Gambar 3.3 flowchart sistem program dimulai inialisasi semua variabel dan library yang digunakan. Selanjutnya menjalankan program utama function baca sensor jarak dan function baca sensor curah hujan. Selanjutnya menentukan kondisi curah hujan dimana ada 3 kondisi cuaca. Kondisi curah hujan ringan kurang dari sama dengan 14, jika iya menentukan jarak permukaan 3 cm, jika tidak membaca kondisi curah hujan sedang. Kondisi curah hujan lebih dari 14 kurang dari sama dengan 119, jika iya menentukan jarak permukaan 5 cm, jika tidak membaca kondisi curah hujan deras. Kondisi curah hujan lebih dari sama dengan 120, jika iya menentukan jarak permukaan 7 cm. Selanjutnya jika sensor jarak kurang dari jarak permukaan, jika iya naik, jika tidak membaca kondisi sensor jarak lebih dari jarak permukaan +1, jika iya turun, jika tidak membaca kondisi selanjutnya sensor jarak kurang dari jarak permukaan -1, jika iya mengirimkan notifikasi. Jarak minimal 3 cm dan jarak maksimal 10 cm.

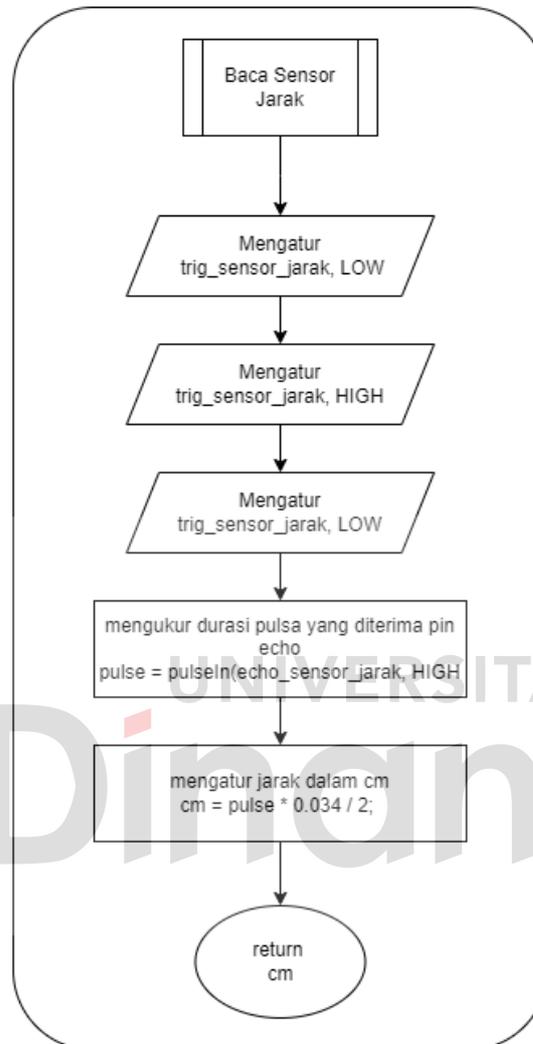


Gambar 3. 3 Flowchart Sistem

3.3.2 Flowchart Function Baca Sensor Jarak

Gambar 3.4 function baca sensor jarak dimulai dengan analisis variabel baca sensor jarak. Selanjutnya, deklarasi variabel pulse dan cm, pulse digunakan untuk menyimpan durasi pulsa yang diterima dari sensor, sedangkan cm digunakan untuk menyimpan hasil perhitungan jarak dalam satuan sentimeter. Kemudian mengatur trig sensor jarak ke low memastikan bahwa tidak ada pulsa yang dikirim sebelum mengirim pulsa baru. Selanjutnya, mengatur trig sensor jarak ke high mengirimkan pulsa ultrasonik dari sensor. Kemudian mengatur trig sensor kembali ke low

menandai akhir dari pengiriman pulsa. Selanjutnya pulse echo sensor jarak mengembalikan durasi dalam mikrodetik selama echo berada dalam keadaan high.

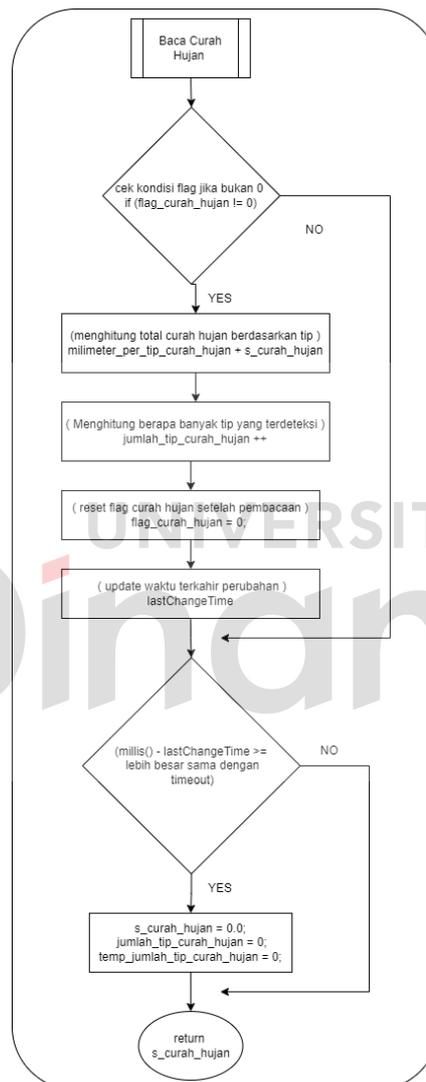


Gambar 3. 4 Flowchart Function Baca Sensor Jarak

3.3.3 Flowchart Function Baca Sensor Curah Hujan

Gambar 3.5 flowchart baca sensor curah hujan dimulai dengan analisis baca sensor curah hujan. Selanjutnya, membaca kondisi flag curah hujan, jika kondisi tidak sama dengan 0, jika iya sensor mendeteksi hujan sensor bernilai 1 sensor aktif jika 0 tidak aktif. Kemudian menambahkan jumlah curah hujan yang terdeteksi oleh sensor, nilai curah hujan dalam milimeter per tipping. Selanjutnya, menambah nilai jumlah tip untuk menghitung jumlah tipping bucket yang terjadi. Kemudian flag curah hujan mengatur kembali ke 0 setelah pembacaan selesai untuk menandakan

pembacaan curah hujan telah diproses. Selanjutnya, memperbarui nilai lastchangetime dengan waktu saat ini dalam milidetik menggunakan fungsi millis. Kemudian membaca kondisi mengecek selisih waktu antara waktu saat ini lebih besar atau sama, jika iya mengatur curah hujan dan jumlah tip untuk mereset kembali ke 0.

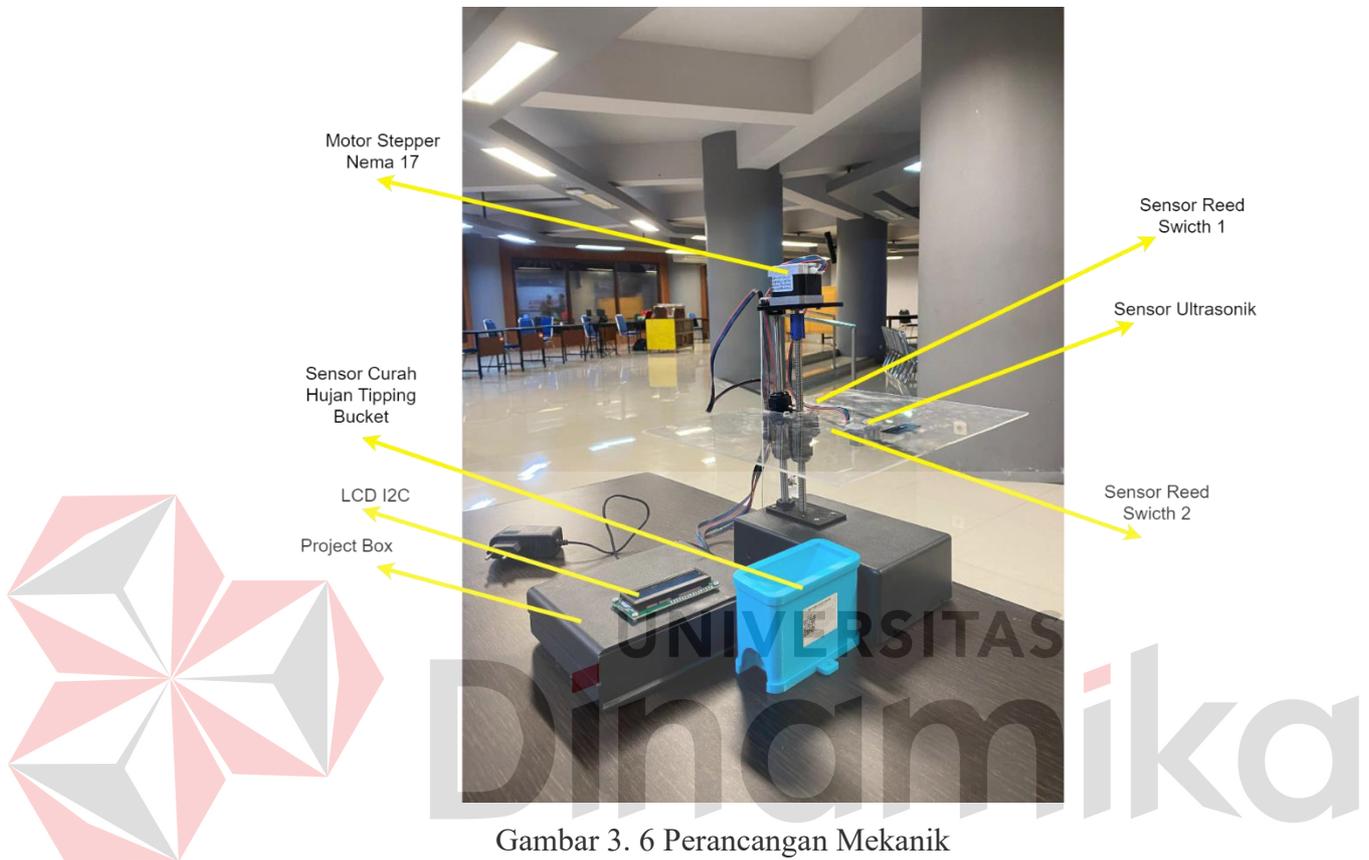


Gambar 3. 5 Flowchart Function Baca Curah Hujan

3.4 Perancangan Mekanik

Pada Gambar 3.6 dibawah ini menunjukkan bahwa desain untuk garasi otomatis seperti ini, terdapat penempatan yang strategis untuk sensor-sensor dan motor yang berperan penting dalam mekanisme sistem ini. Sensor Curah hujan diluar alat dan sensor Ultrasonik berada dibawah papan, jika papan naik dan turun

sensor ikut, Sensor Reed Swich juga berada diatas dan dibawah papan yang ikut naik dan turun yang berfungsi untuk batas atas dan batas bawah. Motor stepper berada diatas agar alat tidak terkena air jika dari bawah ada air.



Gambar 3. 6 Perancangan Mekanik

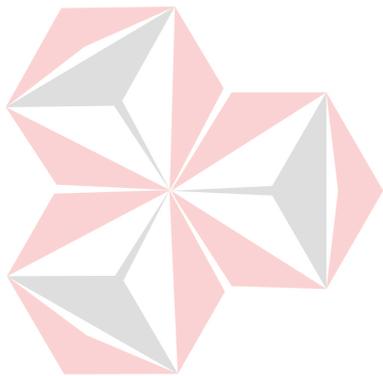
3.5 Prioritas Sensor

Pada penelitian ini digunakan 3 inputan sensor dan 2 outputan. Pada sensor curah hujan tipping bucket untuk mendeteksi tingkat curah hujan, dimana aksinya digunakan untuk menentukan jarak air dengan papan garasi, dan sensor Ultrasonik digunakan mendeteksi ketinggian air dan jarak air dengan sensor ditentukan oleh tingkat sensor curah hujan. Pada sensor Reed Switch digunakan untuk menentukan batas atas dan batas bawah agar berhenti sesuai batas.

Driver A4988 melakukan perintah untuk menggerakkan Motor Stepper Nema 17 dimana aksinya berputar naik dan turun sesuai dengan ketinggian air motor nema berhenti jika telah mencapai batas atas dan batas bawah dimana sensor Reed switch melakukan aksi. Jika sensor Reed switch 1 atas telah terkena magnet maka motor berhenti naik. Jika air sudah surut sampai batas aman motor turun

dimana sensor Reed switch 2 sampai menyentuh magnet batas bawah, maka motor berhenti turun.

Prioritas sensor adalah Sensor jarak Ultrasonik karena jarak permukaan air dengan bawah garasi mobil yang pertama kali digunakan untuk mengukur tingkat ketinggian air setelah itu Sensor Curah Hujan Tipping Bucket digunakan menjadi penentu jarak jika terjadinya hujan selanjutnya output melakukan aksi.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan pengujian di Bab 4 ini terbagi menjadi 5 parameter percobaan yang telah penulis lakukan, yaitu: pengujian Sensor Ultrasonik, Sensor Curah Hujan Tipping Bucket, Motor Stepper Nema 17, Sensor Reed Swicth, dan koneksi Blynk.

4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

4.1.1 Tujuan Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Dalam pengujian Sensor Ultrasonik ini untuk menentukan keakuratan dalam mengukur jarak. Dapat membaca jarak yang dideteksi melihat kemampuan sensor dalam jarak yang diperlukan dan dibandingkan dengan penggaris.

4.1.2 Bahan dan Alat yang Digunakan Pengujian

Pengujian pada Sensor Ultrasonik HC-SR04 menggunakan alat sebagai berikut:

1. NodeMCU ESP32
2. Laptop
3. Program Arduino
4. Kabel USB
5. Sensor Ultrasonik
6. Kabel Jumper
7. Penggaris

4.1.3 Prosedur Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Prosedur yang digunakan untuk pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan Sensor ultrasonik ke ESP32 menggunakan kabel jumper.
2. Menghubungkan Pin VCC ke 5v ESP32, menghubungkan Pin GND ke GND. ESP32, menghubungkan Pin Trig ke Pin 12 ESP32, menghubungkan Pin Echo ke Pin 13 ESP32.

3. Mengupload program Arduino IDE ke ESP32.
4. Program dapat ditemukan pada lampiran 1.
5. Menguji jarak Sensor Ultrasonik.

4.1.4 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Perhitungan Error pengujian Sensor Ultrasonik dengan Penggaris dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Error} = \frac{|\text{Ultrasonik}-\text{Penggaris}|}{\text{Penggaris}} \times 100\% \quad (3)$$

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ke	Sensor Ultrasonik (cm)	Nilai Penggaris (cm)	Error (%)
1	2.09	2.01	3.98%
2	2.97	3.01	1.33%
3	3.55	3.50	1.43%
4	2.97	3.00	1.00%
5	2.09	2.00	4.50%
6	3.55	3.45	2.90%
7	3.26	3.30	1.21%
8	3.86	3.90	1.03%
9	2.09	2.10	0.48%
10	2.41	2.50	3.60%
11	3.86	4.00	3.50%
12	4.15	4.30	3.49%
13	4.44	4.60	3.48%
14	4.15	4.20	1.19%
15	5.03	5.00	0.60%
16	5.11	5.10	0.20%
17	5.61	5.50	2.00%
18	5.92	6.00	1.33%
19	6.21	6.30	1.43%
20	6.78	6.50	4.31%
21	6.48	6.60	1.82%
22	7.36	7.00	5.14%
23	7.07	7.10	0.42%
24	7.96	7.90	0.76%
25	8.24	8.30	0.72%
26	8.53	8.60	0.81%
27	8.40	8.30	1.20%
28	9.13	9.00	1.44%
29	9.80	9.96	1.61%
30	10.00	10.00	0.00%
Jumlah			56.91%
Rata-rata			1.90%

Tabel 4.1 mencakup hasil pengujian menggunakan Sensor Ultrasonik. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata error kesalahan sebesar 1.90%.

4.2 Pengujian Sensor Curah Hujan Tipping Bucket

4.2.1 Tujuan Pengujian Sensor Curah Hujan Tipping Bucket

Pengujian Sensor Curah Hujan Tipping Bucket di buat untuk menentukan akurasi dan respon sensor dalam mengukur jumlah curah hujan. Membaca tingkat curah hujan yang berbeda.

4.2.2 Bahan dan Alat Digunakan Pengujian

Pengujian pada Sensor Curah Hujan Tipping Bucket menggunakan alat sebagai berikut:

1. NodeMCU ESP32
2. Laptop
3. Program Arduino
4. Kabel Mikro USB
5. Sensor Curah Hujan Tipping Bucket
6. Kabel Jumper
7. Corong
8. Ember ukur

4.2.3 Prosedur Pengujian Sensor Curah Hujan Tipping Bucket

Prosedur yang digunakan untuk pengujian Sensor Curah Hujan Tipping Bucket adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan Sensor Curah Hujan ke ESP32 menggunakan kabel jumper.
2. Menghubungkan pin digital ke pin 14 ESP32. menghubungkan pin VCC ke Pin 5V pada ESP32. menghubungkan Pin GND ke pin GND ESP32.
3. Mengupload program ke ESP32. Program dapat ditemukan pada lampiran 2.
4. Menguji menggunakan corong dengan kain sebagai penyaringnya agar menjadi tetes tetes air.
5. Mengisi ember ukur dengan air dan dituangkan ke dalam corong yang menetes ke wadah Sensor.

4.2.4 Hasil Pengujian Sensor Curah Hujan Tipping Bucket

Perhitungan Error pengujian Sensor Ultrasonik dengan hasil perhitungan manual dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Error} = \frac{|\text{Jumlah Jungkitan Manual} - \text{Jumlah Jungkitan sensor}|}{\text{Jumlah Jungkitan sensor}} \times 100\%$$

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sensor Curah Hujan

Pengujian Ke	Jumlah Tarakan air Hujan (ml)	Jumlah Jungkitan Sensor	Curah Hujan Sensor (ml)	Jumlah Jungkitan Manual	Curah Hujan Perhitungan (ml)	Error (%)
1	200	66	31.02	67	31.49	1.52%
2	200	56	26.32	55	25.85	1.79%
3	200	60	28.30	58	27.26	3.67%
4	200	63	29.61	63	29.61	0.00%
5	200	58	27.26	57	26.79	1.72%
6	200	61	28.67	60	28.2	1.64%
7	200	63	29.61	63	29.61	0.00%
8	200	60	28.20	59	27.73	1.67%
9	200	64	30.02	64	30.08	0.20%
10	200	60	28.30	60	28.2	0.35%
11	300	85	39.95	84	39.48	1.18%
12	300	86	40.42	86	40.42	0.00%
13	300	86	40.42	85	39.95	1.16%
14	300	93	43.71	94	44.18	1.08%
15	300	86	40.42	86	40.42	0.00%
16	300	88	41.36	88	41.36	0.00%
17	300	93	43.71	92	43.24	1.08%
18	300	90	42.30	91	42.77	1.11%
19	300	88	41.36	88	41.36	0.00%
20	300	93	43.71	93	43.71	0.00%
21	400	117	54.99	117	54.99	0.00%
22	400	115	54.05	114	53.58	0.87%
23	400	115	54.05	115	54.05	0.00%
24	400	117	54.99	118	55.46	0.85%
25	400	114	53.58	115	54.05	0.88%
26	400	117	54.99	117	54.99	0.00%
27	400	116	54.52	116	54.52	0.00%
28	400	117	54.99	116	54.52	0.85%
29	400	114	53.58	115	54.05	0.88%
30	400	115	54.05	115	54.05	0.00%
Jumlah						9.47%
Rata - rata						0.032%

Tabel 4.2 mencakup hasil pengujian menggunakan sensor Curah Hujan Tipping Bucket. Hasil pengujian bahwa rata-rata kesalahan sebesar 0.032%.

4.3 Pengujian Motor Stepper Nema 17

4.3.1 Tujuan Pengujian Motor Stepper

Pengujian Motor Stepper Nema 17 dibuat untuk melihat pergerakan arah putaran dan respon terhadap sinyal kontrol.

4.3.2 Bahan dan Alat Digunakan Pengujian

Pengujian pada Motor Stepper menggunakan alat sebagai berikut:

1. NodeMCU ESP32
2. Laptop
3. Program Arduino
4. Kabel Mikro USB
5. Motor Stepper Nema 17
6. Driver A4988
7. Kabel Jumper
8. Power Supply

4.3.3 Prosedur Pengujian Motor Stepper

Prosedur yang digunakan untuk pengujian Motor Stepper adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan Motor Stepper ke Driver A4988.
2. Menghubungkan Driver A4988 ke Arduino menggunakan kabel jumper.
3. Menghubungkan pin DIR ke pin 26 ESP32. menghubungkan pin STEP ke pin 27 ESP32. menghubungkan pin EN ke GND ESP2.
4. Menghubungkan Driver ke Power Supply.
5. Mengupload program ke ESP32. program dapat ditemukan pada lampiran 3.
6. Selanjutnya, mengontrol arah putaran Motor Stepper.

4.3.4 Hasil Pengujian Motor Stepper

Perhitungan keberhasilan pengujian Motor Stepper Nema 17. dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Keberhasilan} = \frac{\text{Banyak Data Berhasil}}{\text{Jumlah Data}} \times 100\% \quad (4)$$

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Motor Stepper

Pengujian Ke	Gerakan Motor Stepper	Arah Putaran	Keterangan
1	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
2	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
3	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
4	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
5	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
6	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
7	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
8	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
9	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
10	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
11	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
12	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
13	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
14	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
15	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
16	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
17	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
18	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
19	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
20	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
21	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
22	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
23	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
24	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
25	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
26	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
27	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
28	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai
29	Turun	Berputar Ke Kanan	Sesuai
30	Naik	Berputar ke Kiri	Sesuai

Tabel 4.3 mencakup hasil pengujian menggunakan Motor Stepper Nema 17. Hasil pengujian bahwa rata-rata keberhasilan sebesar 100 %.

4.4 Pengujian Sensor Reed Switch

4.4.1 Tujuan Pengujian Sensor Reed Switch

Pengujian Sensor Swicth ini dibuat untuk mengetahui keakuratan sensor dalam mendeteksi magnet, yaitu mengetahui respon terhadap jarak magnet.

4.4.2 Bahan dan Alat yang Digunakan Pengujian

Pengujian pada Sensor Reed Switch menggunakan alat sebagai berikut:

1. NodeMCU ESP32

2. Laptop
3. Program Arduino
4. Kabel Mikro USB
5. Sensor Reed Switch
6. Magnet
7. Kabel Jumper

4.4.3 Prosedur Pengujian Sensor Reed Switch

Prosedur yang digunakan untuk pengujian Sensor Reed Switch adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan Sensor Reed Switch ke ESP32 menggunakan kabel jumper.
2. Menghubungkan pin DO ke pin 16 dan 18 ke ESP32. menghubungkan pin GND ke pin GND ESP32. menghubungkan pin VCC ke pin Vin ESP32.
3. Mengupload program ke ESP32. program dapat ditemukan pada lampiran 4.
4. Selanjutnya melakukan sensifitas sensor menggunakan magnet untuk melihat nilai mati dan hidup pada sensor.

4.4.4 Hasil Pengujian Reed Switch

Perhitungan keberhasilan pengujian Sensor Reed Switch. Jika kondisi sensor tidak terkena magnet maka bernilai 1 dan jika kondisi sensor terkena magnet maka bernilai 0. Hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Keberhasilan} = \frac{\text{Banyak Data Berhasil}}{\text{Jumlah Data}} \times 100\%$$

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Reed Switch

Pengujian Ke	Reed Switch Atas	Reed Switch Bawah	Kondisi
1	1	0	Batas Bawah
2	0	1	Batas Atas
3	0	0	Tidak Mencapai Batas
4	1	0	Batas Bawah
5	0	1	Batas Atas
6	0	0	Tidak Mencapai Batas
7	1	0	Batas Bawah
8	0	1	Batas Atas
9	1	0	Batas Bawah
10	0	0	Tidak Mencapai Batas

Pengujian Ke	Reed Switch Atas	Reed Switch Bawah	Kondisi
11	1	0	Batas Bawah
12	0	1	Batas Atas
13	0	0	Tidak Mencapai Batas
14	0	1	Batas Atas
15	1	0	Batas Bawah
16	0	0	Tidak Mencapai Batas
17	0	1	Batas Atas
18	1	0	Batas Bawah
19	0	1	Batas Atas
20	0	0	Tidak Mencapai Batas
21	1	0	Batas Bawah
22	0	1	Batas Atas
23	0	0	Tidak Mencapai Batas
24	1	0	Batas Bawah
25	1	0	Batas Bawah
26	0	0	Tidak Mencapai Batas
27	1	0	Batas Bawah
28	0	1	Batas Atas
29	1	0	Batas Bawah
30	0	0	Tidak Mencapai Batas

Tabel 4. 4 mencakup hasil pengujian menggunakan Sensor Reed Switch. Hasil pengujian bahwa rata-rata keberhasilan sebesar 100 %.

4.5 Pengujian LCD I2C

4.5.1 Tujuan Pengujian LCD I2C

Pengujian LCD I2C ini dibuat melihat keakuratan tampilan dalam menampilkan informasi yang dikirimkan dari mikrokontroler melalui antarmuka.

4.5.2 Alat yang Digunakan Pengujian Jarak Terbaik

Pengujian pada LCD 16 X 2 I2C menggunakan alat sebagai berikut:

1. NodeMCU ESP32
2. Laptop
3. Program Arduino
4. LCD I2C
5. Kabel Jumper

4.5.3 Prosedur Pengujian LCD I2C

Prosedur yang digunakan untuk pengujian LCD I2C adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan LCD I2C ke ESP32 menggunakan kabel jumper.
2. Menghubungkan pin VCC ke 5V pin EPS32. menghubungkan GND ke GND ESP32. menghubungkan pin SDA ke pin 21 ESP32. menghubungkan pin SCL ke pin 22 ESP32.
3. Mengupload program untuk menampilkan tulisan pada LCD.
4. Program dapat ditemukan pada lampiran 5.

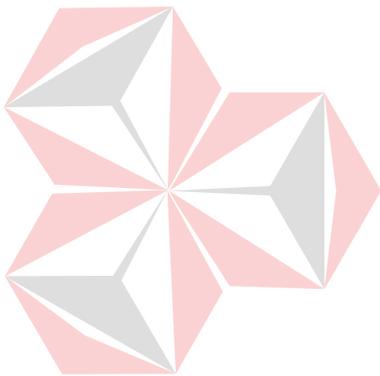
4.5.4 Hasil Pengujian LCD I2C

Pada pengujian LCD ini hasil yang didapatkan LCD berjalan sesuai dengan informasi yang dikirim dari program tampilan tulisan jelas. Hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Keberhasilan} = \frac{\text{Banyak Data Berhasil}}{\text{Jumlah Data}} \times 100\%$$

Tabel 4.5. Hasil Pengujian LCD

Pengujian Ke	Tampilan Pada LCD
1	Data Tampil
2	Data Tampil
3	Data Tampil
4	Data Tampil
5	Data Tampil
6	Data Tampil
7	Data Tampil
8	Data Tampil
9	Data Tampil
10	Data Tampil
11	Data Tampil
12	Data Tampil
13	Data Tampil
14	Data Tampil
15	Data Tampil
16	Data Tampil
17	Data Tampil
18	Data Tampil
19	Data Tampil
20	Data Tampil
21	Data Tampil
22	Data Tampil
23	Data Tampil
24	Data Tampil
25	Data Tampil
26	Data Tampil



Pengujian Ke	Tampilan Pada LCD
27	Data Tampil
28	Data Tampil
29	Data Tampil
30	Data Tampil

Tabel 4.5 mencakup hasil pengujian menggunakan LCD 16 X 12 I2C. Hasil pengujian bahwa rata-rata keberhasilan sebesar 100 %.

4.6 Pengujian Pada Blynk

4.6.1 Tujuan Pengujian Pada Blynk

Pengujian notifikasi Blynk dibuat untuk mengetahui kecepatan dalam mengirim data dan menerima notifikasi. Memastikan notifikasi blynk dapat muncul pada smartphone.

4.6.2 Bahan dan Alat digunakan Pengujian

Pengujian pada Blynk menggunakan alat sebagai berikut:

1. NodeMCU ESP32
2. Laptop
3. Smartphone
4. Program Arduino
5. Jaringan *WiFi*
6. Aplikasi Blynk

4.6.3 Prosedur Pengujian pada Blynk

Prosedur yang digunakan untuk pengujian Blynk adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan ESP32 ke *WiFi*.
2. Mengunggah program Arduino IDE dengan menggunakan Library Blynk.
3. Program notifikasi blynk dapat ditemukan pada lampiran 6.
4. Membuat dasboard Blynk pada web.
5. Pada sensor ultrasonik jika ada air naik pada jarak yang sangat dekat kurang lebih 3 cm, maka notifikasi muncul. Jika air turun lebih dari 5 cm maka notifikasi muncul.
6. Selanjutnya menguji respon notifikasi blynk berjalan atau tidak.

4.6.4 Hasil Pengujian pada Blynk

Pada pengujian Blynk ini hasil yang didapatkan untuk mengetahui notifikasi pada aplikasi blynk berfungsi dan dapat muncul. Membutuhkan waktu 10 detik untuk blynk dapat mengirimkan notifikasi. Hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Keberhasilan} = \frac{\text{Banyak Data Berhasil}}{\text{Jumlah Data}} \times 100\%$$

Tabel 4. 6 Tabel Pengujian Blynk

Pengujian Ke	Sensor Jarak Ultrasonik	Notifikasi Blynk
1	3	Muncul Air Naik
2	4	Tidak Muncul
3	2	Muncul Air Naik
4	5	Tidak Muncul
5	6	Tidak Muncul
6	3	Muncul Air Naik
7	3	Muncul Air Naik
8	2	Muncul Air Naik
9	1	Muncul Air Naik
10	4	Tidak Muncul
11	5	Tidak Muncul
12	3	Muncul Air Naik
13	6	Tidak Muncul
14	7	Tidak Muncul
15	5	Tidak Muncul
16	6	Tidak Muncul
17	3	Muncul Air Naik
18	4	Tidak Muncul
19	2	Muncul Air Naik
20	4	Tidak Muncul
21	5	Tidak Muncul
22	2	Muncul Air Naik
23	2	Muncul Air Naik
24	5	Tidak Muncul
25	5	Tidak Muncul
26	6	Tidak Muncul
27	5	Tidak Muncul
28	4	Tidak Muncul
29	3	Muncul Air Naik
30	2	Muncul Air Naik

Tabel 4.6 mencakup hasil pengujian Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keberhasilan yang didapat dari pengujian notifikasi blynk 100%.

4.7 Pengujian Keseluruhan

4.7.1 Tujuan Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk mengetahui keseluruhan sensor bekerja dengan tepat sebagai mana setiap aksi tidak ada yang berjalan bersamaan.

4.7.2 Bahan dan Alat digunakan Pengujian Keseluruhan

Pengujian pada keseluruhan menggunakan alat sebagai berikut:

1. NodeMCU ESP32
2. Laptop
3. Kabel Mikro USB
4. Program Arduino
5. Sensor Curah Hujan Tipping Bucket
6. Sensor Ultrasonik
7. Sensor Reed Switch
8. Driver A4988
9. Motor Stepper Nema 17
10. Kabel Jumper
11. Base Shield ESP32

4.7.3 Prodesur Pengujian pada Keseluruhan

Prosedur yang digunakan untuk pengujian keseluruhan adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan Sensor Curah Hujan pada ESP32.
2. Menghubungkan Sensor Ultrasonik pada ESP32.
3. Menghubungkan Sensor Reed Switch atas pada ESP32.
4. Menghubungkan Sensor Reed Switch bawah pada ESP32.
5. Menghubungkan Driver A4988 Pada ESP32 dan Power Supply.
6. Menghubungkan Motor Stepper pada Driver.
7. Mengupload Program ke ESP32. program dapat ditemukan pada lampiran 7.
8. Setelah mengunggah program. menguji Sensor curah hujan menggunakan tetesan buatan untuk mengukur curah hujan lalu menguji sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air melihat motor stepper naik dan turun sesuai ketinggian air sampai sensor reed switch mencapai batas atas dan batas bawah

bisa melihat jarak dan kondisi hujan menggunakan lcd i2c. Dan pada jarak tidak aman akan muncul notifikasi Blynk.

4.7.4 Hasil Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian keseluruhan sensor. Hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

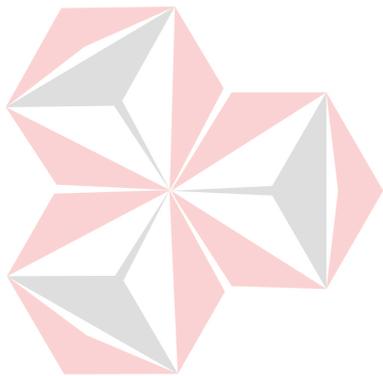
$$\text{Keberhasilan} = \frac{\text{Banyak Data Berhasil}}{\text{Jumlah Data}} \times 100\%$$

Tabel 4. 7 Pengujian Keseluruhan

Pengujian Ke	Sensor Curah Hujan	Sensor Ultrasonik	Motor Stepper	Sensor Reed Switch		LCD I2C	Notifikasi Blynk
1	31.02	5.03	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:31.02 Jrk:5.03	Notifikasi tidak muncul
2	26.32	5.11	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:26.32 Jrk:5.11	Notifikasi tidak muncul
3	28.3	5.61	Naik	Atas Off	Bawah Off	Ch:28.3 Jrk: 5.61	Notifikasi tidak muncul
4	29.61	5.92	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:29.61 Jrk:5.92	Notifikasi tidak muncul
5	27.26	6.21	Turun	Atas Off	Bawah On	Ch:27.26 Jrk:6.21	Notifikasi tidak muncul
6	28.67	6.78	Turun	Atas Off	Bawah Off	Ch:28.67 Jrk:6.78	Notifikasi tidak muncul
7	29.61	6.48	Turun	Atas Off	Bawah On	Ch:29.61 Jrk:6.48	Notifikasi tidak muncul
8	28.20	4.15	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:28.20 Jrk:6.48	Notifikasi tidak muncul
9	30.02	3.26	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:30.02 Jrk:3.26	Notifikasi muncul
10	28.30	5.61	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:28.30 Jrk:5.61	Notifikasi tidak muncul
11	39.95	6.21	Turun	Atas Off	Bawah Off	Ch:39.95 Jrk:6.21	Notifikasi tidak muncul
12	40.42	6.78	Turun	Atas Off	Bawah On	Ch:40.42 Jrk:6.78	Notifikasi tidak muncul

Pengujian Ke	Sensor Curah Hujan	Sensor Ultrasonik	Motor Stepper	Sensor Reed Switch		LCD I2C	Notifikasi Blynk
13	40.42	4.44	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:40.42 Jrk:4.44	Notifikasi tidak muncul
14	43.71	4.15	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:43.71 Jrk:4.15	Notifikasi tidak muncul
15	40.42	2.97	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:40.42 Jrk:2.97	Notifikasi muncul
16	41.36	3.86	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:41.36 Jrk:3.86	Notifikasi muncul
17	43.71	8.24	Turun	Atas Off	Bawah Off	Ch:43.71 Jrk:8.24	Notifikasi tidak muncul
18	42.30	5.61	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:42.30 Jrk:5.61	Notifikasi tidak muncul
19	41.36	6.78	Turun	Atas Off	Bawah On	Ch:41.36 Jrk:6.78	Notifikasi tidak muncul
20	43.71	4.15	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:43.71 Jrk:4.15	Notifikasi tidak muncul
21	54.99	8.53	Turun	Atas Off	Bawah Off	Ch:54.99 Jrk:8.53	Notifikasi tidak muncul
22	54.05	3.55	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:54.05 Jrk:3.55	Notifikasi muncul
23	54.05	9.13	Turun	Atas Off	Bawah On	Ch:54.05 Jrk:9.13	Notifikasi tidak muncul
24	54.99	5.11	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:54.99 Jrk:5.11	Notifikasi tidak muncul
25	53.58	2.97	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:53.58 Jrk:2.97	Notifikasi muncul
26	54.99	7.96	Turun	Atas Off	Bawah On	Ch:54.99 Jrk:7.96	Notifikasi tidak muncul
27	54.52	5.03	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:54.52 Jrk:5.03	Notifikasi tidak muncul
28	54.99	6.48	Turun	Atas Off	Bawah On	Ch:54.99 Jrk:6.48	Notifikasi tidak muncul
29	53.58	2.41	Naik	Atas On	Bawah Off	Ch:53.58 Jrk:2.41	Notifikasi muncul
30	54.05	9.13	Turun	Atas Off	Bawah Off	Ch:54.05 Jrk:9.13	Notifikasi tidak muncul

Tabel 4.7 mencakup hasil pengujian keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keberhasilan yang didapat dari pengujian keseluruhan pada alat dan sensor sebesar 100%.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem garasi otomatis dapat dipantau dengan smartphone, jika ada kenaikan air banjir dan turun air banjir memberikan notifikasi pada smartphone. Pengujian notifikasi pada smartphone pada alat ini mencapai tingkat akurasi 100% menunjukkan notifikasi dapat muncul sesuai kebutuhan.
2. Sistem mekanik garasi otomatis dapat memastikan bahwa jarak dan tingkat curah hujan berjalan sesuai dengan yang dibutuhkan. Sensor Ultrasonik dapat membaca jarak secara akurat pada jarak lebih dari 5 cm . sehingga memiliki tingkat kesalahan sebesar 1.90%. untuk Sensor Curah Hujan Tipping Bucket memiliki tingkat kesalahan sebesar 0.32%. Sensor Ultrasonik dan Sensor Curah Hujan digunakan untuk mengukur jarak dan tingkat curah hujan secara *real-time*. Pada Pengujian keseluruhan sistem pada alat ini mencapai tingkat 100%. menunjukkan bahwa alat ini dapat berjalan sesuai kebutuhan.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran agar dapat mengembangkan atau menerapkan Tugas Akhir ini lebih baik sebagai berikut ini:

1. Mengembangkan sistem mekanik lebih baik dengan mengontrol kecepatan motor menggunakan jarak jauh.
2. Sistem Mekanik gunakan ulir yang lebih panjang agar jarak yang diukur lebih maksimal.
3. Penambahan kamera untuk memastikan air sudah surut atau tidak.
4. Wadah penampungan pada sensor curah hujan dibuat lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto. R. (2021). *System Design Automatic Bottle Cap Filling and Installation Based on Bottle Height*.
- Bima Prakarsa. F.. & Edidas. (2022). Rancang Bangun Alat Sortir Panen Ikan Lele Berbasis Arduino UNO R3. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. 6(1). 1202–1218.
- Budijanto. A. (2016). Penerapan Finite State Machine Untuk Merancang Pengendali Motor Stepper Menggunakan Vhdl. *E-NARODROID*. 2(2). <https://doi.org/10.31090/narodroid.v2i2.209>
- Di. H.. & Sungai. A. (2023). *Program studi d4 teknik otomasi jurusan teknik elektro politeknik negeri bali 2023*.
- Efendi. Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*. 4(2). 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>
- Engineering. C.. & Sciej. J. (2020). *Sultra*. 1(2).
- Harir. R.. Novianta. M. A.. & Kristiyana. D. S. (2019). Jurnal Elektrikal . Volume 6 Nomor 1 . Juni 2019 . 1-10. *Elektrikal*. 6. 1–10. <https://www.99.co/blog/indonesia/harga-pompa-air-mini/>
- Mahanin Tyas. U.. Apri Buckhari. A.. Studi Pendidikan Teknologi Informasi. P.. & Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. P. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital. *TEKNOS: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*. 1(1). 1–9. <https://jurnal-fkip-uim.ac.id/index.php/teknos/article/view/40>
- Mindasari. S.. As'ad. M.. & Meilantika. D. (2022). Sistem Keamanan Kotak Amal di Musala Sabilul Khasanah Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya (JTIM)*. 5(2). 7–13.
- Nadhir. I.. Sulistiyanti. S. R.. & Trisanto. A. (2014). Rancang Bangun Model Garasi dengan Aplikasi RFID Berbasis Mikrokontroler. *Electrician*. 8(2). 82–92.
- Najib. W.. Sulistyoyo. S.. & Widyawan. (2020). Tinjauan Ancaman dan Solusi Keamanan pada Teknologi Internet of Things. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*. 9(4). 375–384. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v9i4.539>
- Natsir. M.. Rendra. D. B.. & Anggara. A. D. Y. (2019). Implementasi IOT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya. *Jurnal PROSISKO (Pengembangan Riset Dan Observasi Rekayasa Sistem Komputer)*. 6(1). 69–72.
- Ripaldo. A.. Hasan. Y.. & Al Rasyid. J. (2023). Implementasi DOF (Degree Of

Freedom) Pada Pergerakan Motor Stepper Smart Inventory 3 Axis. *Jurnal Ampere*. 8(2). 116–126. <https://doi.org/10.31851/ampere.v8i2.12802>

Saputra. H. D., Nurussa'adah, & Rif'an. M. (2013). Perancangan dan Pembuatan Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket dengan Tampilan LCD. *Riptek*. 9(1). 1–6.

Saputra. N. (2019). *Making CNC Milling Router For Wood Material*. 1–12.

Siswanto, Ikin Rojikin, & Windu Gata. (2019). Pemanfaatan Sensor Suhu DHT-22, Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mengendalikan Kolam Dengan Notifikasi Email. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*. 3(3). 544–551. <https://doi.org/10.29207/resti.v3i3.1334>

Sulaiman. M. E., Setiawan. H., Jalil. M., Purwadi. F., S. C. A., Brata. A. W., & Jufda. A. S. (2020). Analisis Penyebab Banjir di Kota Samarinda. *Jurnal Geografi Gea*. 20(1). 39–43. <https://doi.org/10.17509/gea.v20i1.22021>

Utama. Y. A. K., Cahyono. M. S. D., & Wibowo. L. S. B. (2022). Analisis Ketidakpastian Pengukuran Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket berbasis Internet of Things. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*. 10(1). 63–68. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v10i1.7410>

Wagyana. A. (2019). Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT). *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*. 8(2). 238. <https://doi.org/10.36055/setrum.v8i2.6561>

