

LAPORAN TUGAS AKHIR
DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR
BERBASIS IOT (Internet Of Things) DI SUNGAI KELURAHAN KUDU



Penyusun

Ikhsan Afif Asrory (30602100023)

Moch Ali Imron Sya'roni (30602100027)

Mohammad Syifa (30602100012)

Progam Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Sultan Agung Semarang

2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Syifa
NIM : 30602100012
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **"DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS IOT (Internet Of Things) DI SUNGAI KELURAHAN KUDU"** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 26 Agustus 2025

Yang Menyatakan

جامعة سلطان أبوبوع الإسلامية



Muhammad Syifa

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR
BERBASIS IOT (Internet Of Things) DI SUNGAI KELURAHAN KUDU

Penyusun:

Ikhsan Afif Asrori	(30602100023)
Moch Ali Imron Sya'robi	(30602100027)
Muhammad Syifa	(30602100012)

Semarang, 26 Agustus 2025

Dosen Pembimbing

Ir. Budi Pramono Jati, MN., MT
NIDN. 0623426501

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro
جامعة سلطان ابي طالب الإسلامية
UNISQUILA

Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.
NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS IOT (*Internet of Things*) DI SUNGAI KELURAHAN KUDU)” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 26 Agustus 2025

Tanda Tangan

Tanda Tangan

Dr. Gunawan, ST., MT.
NIDN: 0607117101

Ketua & Penguji I

Prof. Dr. Hj. Sri Arifini Dwi F., M.Si.
NIDN.0620076501

Penguji II

Ir. Budi Pramono Jati, MM., MT.
NIDN : 0623126501
Penguji III

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
RINGKASAN	xii
BAB 1 . PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Identifikasi Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	3
BAB 2 . IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM	4
2.1 Studi Literature dan Observasi.....	4
2.2 Dasar teori	6
2.2.1 Komponen Sistem Peringatan Dini Banjir.....	7
2.2.1.1 ESP32	7
2.2.1.2 Sensor Ultrasonik HCSR04.....	8
2.2.1.3 LCD OLED	9
2.2.1.4 LED	10
2.2.1.5 Buzzer.....	11
2.2.1.6 IC ULN 280 3A	12
2.2.1.7 RELAY	12
2.2.1.8 LM 7805	13
2.2.1.9 Dioda 1N4007A.....	14
2.2.1.10 Internet of Things (IoT).....	16
2.2.1.11 Potensiometer	16
2.2.1.12 MCB	17

2.2.1.13	Box Panel.....	18
2.2.1.14	Kodular	19
2.3	Analisis <i>Stakeholder</i>	20
2.4	Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem	20
2.5	Spesifikasi Sistem	21
BAB 3 . USULAN SOLUSI		22
3.1	Usulan Solusi 1	23
3.1.1	Desain System 1.....	24
3.1.2	Rancangan Anggaran Desain System 1	26
3.1.3	Analisa Resiko Desain 1	27
3.1.4	Pengukuran Perfroma	28
3.2	Analisa dan Penentuan Usulan Solusi/Desain terbaik	29
3.3	Gantt Chart.....	29
3.4	Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	31
BAB 4 . HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN.....		33
4.1	Hasil Rancangan Sistem.....	33
4.1.1	Rangkaian Elektronik	33
4.1.2	Gambar Desain Tiga Dimensi.....	35
4.1.3	Software atau interface	36
4.2	Metode Pengukuran Sistem.....	37
4.2.1	Parameter yang diukur	38
4.2.2	Definisi Kriteria Kinerja	38
4.2.3	Langkah Pengukuran	39
BAB 5 HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS.....		41
5.1	Analisis Hasil	41
5.1.1	Hasil Analisis Pengujian Indikator	41
5.1.1.1	 Uji Akurasi Pembacaan Sensor Ultrasonik.....	41
5.1.1.2	 Pengujian Respon Sistem Terhadap Pembacaan Sensor Ultrasonik ..	43

5.1.1.3Pengujian Konektivitas (MQTT Respon) & Aplikasi Kodular	45
5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem	49
5.1.3 Pengalaman Pengguna	54
5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	55
5.2 Dampak Implementasi Sistem	58
5.2.1 Bidang Teknologi.....	58
5.2.2 Bidang Sosial	59
5.2.3 Bidang Lingkungan.....	59
BAB 6 PENUTUP	61
6.1 Kesimpulan	61
6.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62



DAFTAR GAMBAR

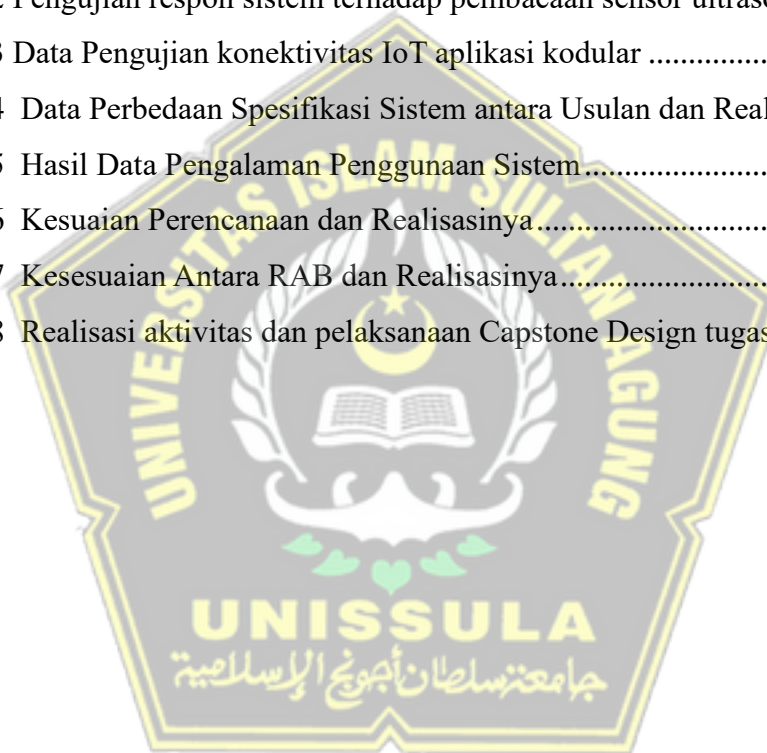
Gambar 2. 1 Pin-Pin ESP32	8
Gambar 2. 2 Sensor Ultrasonik	8
Gambar 2. 3 Prinsip kerja sensor Ultrasonik HC-SR04.....	9
Gambar 2. 4 LCD OLED	10
Gambar 2. 5 LED	10
Gambar 2. 6 Simbol LED.....	10
Gambar 2. 7 Piezoelectric Buzzer	11
Gambar 2. 8 IC ULN 2803A.....	12
Gambar 2. 9 Relay 12vdc.....	13
Gambar 2. 10 LM 7805	14
Gambar 2. 11 Dioda 1N4007	15
Gambar 2. 12 Potensiometer mono	17
Gambar 2. 13 Miniature Circuit Breaker (MCB).....	18
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	24
Gambar 3. 2 Flowcart Proses Cara Kerja Sistem.....	25
Gambar 3. 3 Panel box sistem.....	25
Gambar 4. 1 Rangkaian elektronik sistem	33
Gambar 4. 2 Visualisasi box sistem	35
Gambar 4. 3 Visualisasi panel box	36
Gambar 4. 4 Ilustrasi sistem.....	36
Gambar 4. 5 Desain Web Kodular	37
Gambar 4. 6 Interface Aplikasi	37

Gambar 5. 1 Grafik Akurasi Sensor ultrasonik	43
Gambar 5. 2 Tampilan Aplikasi Kodular	47
Gambar 5. 3 Tampilan Status Mqtt Explorer	48
Gambar 5. 4 Proses Memasukan topik ke broker mqtt	49
Gambar 5. 5 Gambar Alat	50
Gambar 5. 6 panel kontrol berwarna hitam.....	52
Gambar 5. 7 integrasi komponen proteksi dan distribusi daya	53



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Literature.....	4
Tabel 3. 1 Anggaran pembuatan alat	26
Tabel 3. 2 Gantt Chart	30
Tabel 3. 3 realisasi pelaksanaan tugas akhir 1.....	31
Tabel 5. 1 Data pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik	41
Tabel 5. 2 Pengujian respon sistem terhadap pembacaan sensor ultrasonik	43
Tabel 5. 3 Data Pengujian konektivitas IoT aplikasi kodular	45
Tabel 5. 4 Data Perbedaan Spesifikasi Sistem antara Usulan dan Realisasi	50
Tabel 5. 5 Hasil Data Pengalaman Penggunaan Sistem.....	54
Tabel 5. 6 Kesesuaian Perencanaan dan Realisasinya.....	55
Tabel 5. 7 Kesesuaian Antara RAB dan Realisasinya.....	56
Tabel 5. 8 Realisasi aktivitas dan pelaksanaan Capstone Design tugas akhir 2.....	58



RINGKASAN

Teknologi berperan penting dalam mempermudah kehidupan dan menangani permasalahan sosial, termasuk mitigasi bencana seperti banjir. Di Kelurahan Kudu, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, banjir menjadi masalah tahunan yang memerlukan solusi efektif. Salah satunya adalah sistem peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air hingga 400 cm. Data hasil pengukuran dikirim melalui protokol MQTT dan ditampilkan secara real-time melalui aplikasi berbasis Kodular. MQTT memungkinkan pertukaran data secara efisien dengan metode publish/subscribe. Sistem ini membantu masyarakat untuk memantau tinggi air sungai secara langsung melalui smartphone, sehingga lebih siap dalam menghadapi potensi banjir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mengukur ketinggian air dengan akurasi yang baik, dengan nilai pengukuran yang mendekati hasil manual. Respon sistem juga cepat dalam menyesuaikan perubahan tinggi air, memastikan informasi yang diterima masyarakat sesuai dengan kondisi di lapangan.

BAB 1 . PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Identifikasi Masalah

Teknologi merupakan hasil penerapan metode ilmiah yang bertujuan untuk menghasilkan solusi praktis dalam berbagai bidang ilmu terapan serta mempermudah aktivitas kehidupan manusia sehari-hari. Salah satu peran penting teknologi adalah dalam penanggulangan permasalahan sosial, seperti mitigasi bencana alam. Dalam konteks ini, teknologi dapat dimanfaatkan untuk melakukan pemantauan terhadap potensi bencana, sehingga masyarakat dapat lebih siap menghadapi situasi darurat.

Salah satu jenis bencana alam yang kerap terjadi di wilayah Indonesia adalah banjir. Banjir umumnya terjadi ketika debit atau aliran air sungai melebihi kapasitas daya tampungnya. Di Kota Semarang, khususnya di Kelurahan Kudu, Kecamatan Genuk, banjir telah menjadi peristiwa yang berulang setiap tahun. Berdasarkan laporan dari Detik Jateng pada hari Selasa, 4 Februari 2025, perkampungan di Kelurahan Kudu telah tergenang banjir selama hampir satu minggu. Banjir di wilayah ini tidak hanya disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, tetapi juga oleh limpasan air buangan dari PDAM, kiriman air dari hulu sungai, serta banjir rob yang berasal dari wilayah Sayung yang letaknya berdekatan.

Kondisi geografis RW 7 di Kelurahan Kudu yang berada dekat dengan wilayah Sayung turut memperparah risiko banjir. Sungai yang melintasi wilayah ini memiliki kedalaman rata-rata 1 hingga 2 meter dengan lebar sekitar 2,5 meter, ukuran yang relatif kecil dan tidak memadai untuk menampung volume air yang tinggi. Akibatnya, wilayah ini sangat rentan mengalami luapan air yang mengganggu aktivitas warga, merusak barang-barang elektronik, serta menyebabkan kerugian materi lainnya.

Banjir yang datang secara tiba-tiba dan sulit diprediksi menimbulkan kebutuhan akan sistem pemantauan dini yang akurat. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang mampu memantau ketinggian air sungai secara real-time. Dengan adanya sistem pemantauan ini, masyarakat diharapkan dapat memperoleh informasi yang cukup

untuk mengantisipasi datangnya banjir, menyelamatkan barang-barang berharga, dan segera mengungsi ke tempat yang lebih aman.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, perumusan masalah yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemanfaatan teknologi dapat membantu masyarakat dalam memantau ketinggian air sungai sebagai upaya peringatan dini banjir?
2. Bagaimana masyarakat dapat memantau ketinggian air sungai secara *real-time* untuk mengantisipasi datangnya banjir dari jarak jauh dan efisien?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat sistem peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memantau ketinggian air sungai secara real-time.
2. Mengimplementasikan aplikasi berbasis Kodular sebagai media informasi bagi masyarakat dalam memantau kondisi ketinggian air sungai secara langsung melalui *smartphone*.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dibahas, adapun batasan masalah penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada Kelurahan Kudu dan tidak mencakup wilayah lain di sekitarnya.
2. Pengujian sistem hanya dilakukan dalam kondisi lingkungan terbatas dan tidak mencakup berbagai cuaca atau kondisi ekstrem yang dapat mempengaruhi kinerja sistem.
3. Penelitian ini hanya memfokuskan pada aspek peringatan dini banjir, yaitu sistem peringatan, tidak mencakup aspek lain seperti penanggulangan banjir, rehabilitasi, dan rekonstruksi.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Batasan realistis aspek keteknikan yaitu sebagai berikut:

1. Sistem hanya menggunakan sensor ultrasonik, sehingga akurasi pengukuran terbatas oleh jangkauan dan kondisi lingkungan, seperti hambatan fisik atau gangguan sinyal.
2. Sistem ini menggunakan protokol MQTT untuk komunikasi antara ESP32 dan aplikasi pengguna sehingga sangat bergantung pada koneksi internet atau jaringan Wi-Fi yang stabil untuk mengirimkan data secara real-time.



BAB 2 . IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

Untuk merancang sistem peringatan dini banjir yang efektif dan sesuai kebutuhan, diperlukan identifikasi awal melalui studi literatur dan observasi lapangan. Bab ini akan menguraikan hasil studi literatur dan observasi yang menjadi dasar dalam merancang sistem peringatan dini banjir pada tugas akhir ini.

2.1 Studi Literature dan Observasi

Pada tema Tugas akhir kami ada beberapa refrensi jurnal yang kami ambil yang mengenai system peringatan dini bencana banjir berbasis iot berikut dibawah nini table jurnal refrensi yang kami ambil.

Tabel 2. 1 Studi Literature

Judul	Usulan Solusi	Hasil/evaluasi (Kelebihan/kekurangan)
River Flood Early Warning System Based on Internet of Things in Binjai City	Membuat alat dan web sebagai tempat pemantauan ketinggian air sungai iot	Hasil : Alat bekerja dengan baik Kelebihan : biasa di pantau melalui internet Kekurangan : harus ada koneksi internet yang memadai
Early warning development using the ESP 32 Development Board	Membuat peringatan dini dengan menggunakan esp 32 Development board	Hasil : Sistem MDWH dapat beroperasi secara efektif Kelebihan mampu mengumpulkan memvisualisasikan dan menganalisis aliran online data real-time terkait ketinggian air, kecepatan air, dan kekeruhan indikator hulu Kekurangan :

Tabel 2. 2

Judul	Usulan Solusi	Hasil/evaluasi (Kelebihan/kekurangan)
Development a prototype of river water level monitoring system using ESP32 based on internet of things for flood mitigation	Membuat prototipe tinggi muka air sungai dengan monitoring menggunakan ESP32 berbasis internet	Hasil : Sistem mampu bekerja dengan baik, berdasarkan temuan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini. Kelebihan : Sensor Ultrasonik, bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara untuk menentukan jarak suatu benda pada frekuensi tertentu. Kekurangan :
Design of Flood Early Detection Based on the Internet of Things and Decision Support System	Merancang deteksi dini banjir dengan menggunakan iot dan system pendukung keputusan	Hasil : sistem mampu mengumpulkan data secara real-time dari berbagai sensor yang dipasang di lokasi strategis, seperti sensor curah hujan, ketinggian air, dan parameter lain yang relevan dengan potensi banjir. Kelebihan : pendukung keputusan memungkinkan deteksi dini banjir lebih akurat, cepat, dan efisien. Kekurangan : Penambahan sensor akan menjadi tantangan lain bagi adaptasi sistem terhadap kondisi ekstrem dan perubahan cuaca yang tidak menentu

Dari hasil observasi di lapangan lokasi mitra kami sering mengalami kondisi banjir dan itu berdampak terhadap warga di daerah tersebut banjir sering terjadi karena intensitas air sungai yang meluap ada beberapa kondisi yang menyebabkan nya terjadinya banjir yaitu bisa dikarenakan kondisi sungai mengalami pendangkalan dan berubahnya kontur tanah ,tanah air sungai bercampur dengan lumpur yang mengakibatkan terjadinya pendangkalan maka dari factor tersebut penting nya adanya alat peringatan dini banjir agar warga bisa bersiap kapan jika terjadi banjir.

2.2 Dasar teori

Sistem peringatan dini banjir didesain untuk memberikan informasi dan peringatan dini, sehingga mampu mengurangi jumlah kerugian masyarakat akibat ketidaksiapan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir, dan juga untuk memberikan tindakan dini pada instansi yang terkait dengan masyarakat sehingga adanya koordinasi yang baik. Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan sistem early warning bencana banjir air sungai yang menggunakan sensor tak sentuh dengan transduser ultrasonik, mampu mengirim data hasil pengukuran jarak jauh dan dapat menggambarkan kondisi level air sungai yang terjadi. Pada sistem peringatan bencana banjir, sensor yang digunakan adalah sensor pendeteksi jarak yang mampu mendeteksi ketinggian permukaan air. Sensor pendeteksi jarak yang biasa digunakan dalam sistem peringatan bencana banjir adalah sensor ultrasonik HC-SR04 yang merupakan sensor yang dirancang untuk melakukan pengukuran jarak tanpa kontak langsung, dimana sensor harus mampu mentransmisikan sinyal dan kemudian menerima kembali pantulan dari sinyal tersebut. Pada bencana banjir penggunaan sensor dilakukan untuk mengukur ketinggian air, sehingga bencana banjir dapat diprediksi kedatangannya dan meminimalisir adanya korban jiwa maupun kerugian materil. Hal tersebut dapat dilihat pada tampilan LCD Monitor yang telah dihubungkan dengan mikrokontroler juga buzzer yang berbunyi memberikan peringatan kepada masyarakat agar melihat kondisi yang ada untuk dapat menentukan tindakan yang akan dilakukan sebelum banjir

datang. Untuk penerapan sistem peringatan dini bencana banjir di perlukan teknologi yang sesuai. Dengan menggunakan dukungan ESP 32 sebagai otak sistem ini, yang memiliki banyak kelebihan diantaranya bisa bekerja otomatis, bekerja realtime, bisa diintegrasikan dengan berbagai input dan output yang diinginkan, terhubung dan terorganisasi (teramati) dengan baik dan dapat dihubungkan dengan APK di HP masyarakat melalui Aplikasi Kodular.

2.2.1 Komponen Sistem Peringatan Dini Banjir

2.2.1.1 ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang menyediakan banyak fungsi dengan konsumsi daya yang rendah, serta telah dilengkapi dengan Wi-fi dan Bluetooth Low Energy (BLE) terintegrasi pada papan sirkuit, sehingga menjadi pilihan yang baik untuk membuat sistem aplikasi IoT [1]. ESP32 adalah mikrokontroler multifungsi yang banyak dipakai dalam berbagai aplikasi Internet of Things (IoT) karena kemampuannya dalam pengolahan data secara real-time, efisiensi konsumsi daya yang tinggi, serta dukungan komunikasi nirkabel yang handal. ESP32 mampu memantau tegangan dan arus dengan tingkat kesalahan yang sangat rendah, masing-masing di bawah 0,32% dan 0,2%, sehingga sangat ideal digunakan dalam sistem monitoring listrik yang membutuhkan akurasi tinggi dan respons cepat terhadap perubahan nilai [2].

Keunggulan dari efisiensi daya ESP32, menjadikan ESP32 sangat cocok untuk perangkat IoT berbasis baterai yang memerlukan operasi jangka panjang tanpa pengisian daya yang sering. Selain itu, efisiensi ini memungkinkan pengembangan sistem monitoring lingkungan, pertanian cerdas, dan node sensor jarak jauh yang dapat bekerja secara mandiri dalam waktu yang lama dengan sumber daya terbatas. ESP32 memiliki hingga 34 pin GPIO (General Purpose Input Output) yang fleksibel dan dapat dikonfigurasi untuk berbagai fungsi, tergantung pada model dan varian board (misalnya ESP32 DevKit V1 atau WROOM32). Pin-pin ini dapat digunakan untuk input/output digital, komunikasi serial (UART), SPI, I2C, PWM, ADC, DAC, dan

fungsi lainnya. Namun, tidak semua pin bisa digunakan secara bebas karena beberapa pin memiliki fungsi khusus atau batasan tertentu, seperti digunakan saat booting atau terhubung ke flash internal.



Gambar 2. 1 Pin-Pin ESP32

2.2.1.2 Sensor Ultrasonik HCSR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara objek dan sensor HC-SR04. Sensor ultrasonik HC-SR04 terdiri dari 4 pin, yaitu *Vcc*, *Trigger*, *Echo*, dan *Ground* [3]. Sensor ultrasonik mampu mengukur jarak mereka ke objek tertentu menggunakan *pulse-echo* secara *real time*. Berbeda dengan sensor lainnya, sensor ultrasonik memberikan data tentang keberadaan objek di depan sensor [4].



Gambar 2. 2 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi untuk mengukur jarak antara sensor dan objek dalam rentang 2 cm hingga 4 meter, dengan ketelitian mencapai 3 mm. Di dalam modul ini terdapat komponen pemancar, penerima, serta sirkuit kontrol. Cara kerja sensor dimulai dengan pemberian sinyal trigger selama minimal 10 mikrodetik. Setelah menerima trigger, sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik sebanyak 8 kali dengan frekuensi 40KHz dan kemudian memantau apakah ada sinyal yang kembali. Jika sinyal pantulan terdeteksi, lamanya sinyal output dalam kondisi tinggi menunjukkan waktu tempuh gelombang ultrasonik. Jarak kemudian dihitung berdasarkan durasi sinyal tersebut dikalikan dengan kecepatan suara [5].



Gambar 2. 3 Prinsip kerja sensor Ultrasonik HC-SR04

2.2.1.3 LCD OLED

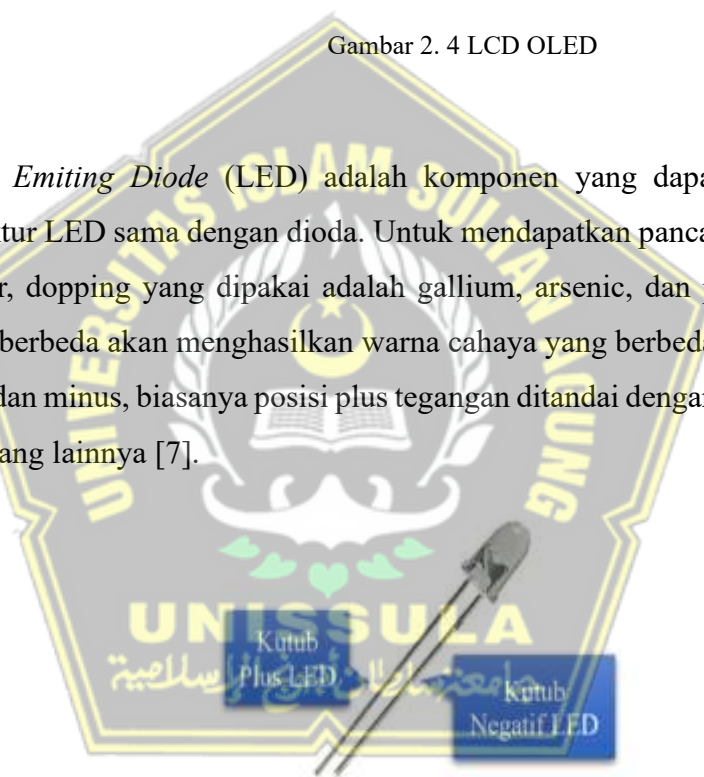
LCD OLED merupakan salah satu jenis media output yang dapat digunakan oleh modul ESP32 atau controller lainnya untuk menghasilkan sebuah tampilan. LCD OLED digunakan karena memiliki kelebihan yaitu kontras pixelnya yang sangat tajam dan tidak memerlukan cahaya *backlight* sehingga dalam konsumsi daya lebih hemat. Namun kekurangan dalam LCD OLED ini adalah ukurannya terbilang kecil dari pada LCD TFT/ LCD *Graphic* [6].



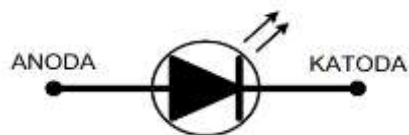
Gambar 2. 4 LCD OLED

2.2.1.4 LED

Light Emitting Diode (LED) adalah komponen yang dapat memancarkan cahaya. Sstruktur LED sama dengan dioda. Untuk mendapatkan pancaran cahaya pada semikonduktor, dopping yang dipakai adalah gallium, arsenic, dan phosporus. Jenis dopping yang berbeda akan menghasilkan warna cahaya yang berbeda. LED memiliki polaritas plus dan minus, biasanya posisi plus tegangan ditandai dengan kaki yang lebih panjang dari yang lainnya [7].



Gambar 2. 5 LED

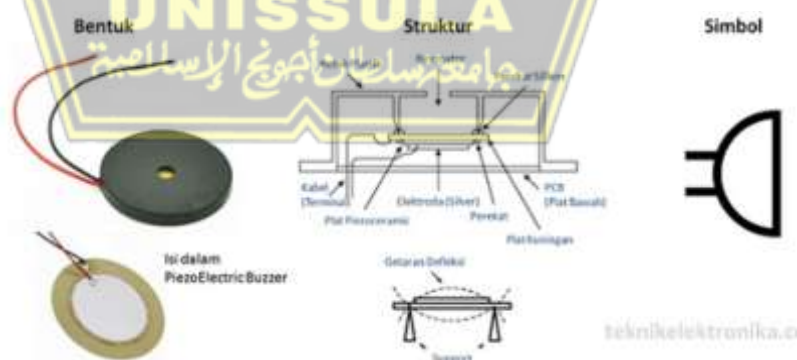


Gambar 2. 6 Simbol LED

LED memiliki kaki 2 buah seperti dengan dioda yaitu kaki anoda dan kaki katoda. Pada gambar diatas kaki anoda memiliki ciri fisik lebih panjang dari kaki katoda pada saat masih baru, kemudian kaki katoda pada LED ditandai dengan bagian body yang dipapas rata. Pemasangan LED agar dapat menyala adalah dengan memberikan tegangan bias maju yaitu dengan memberikan tegangan positif ke kaki anoda dan tegangan negatif ke kaki katoda.

2.2.1.5 Buzzer

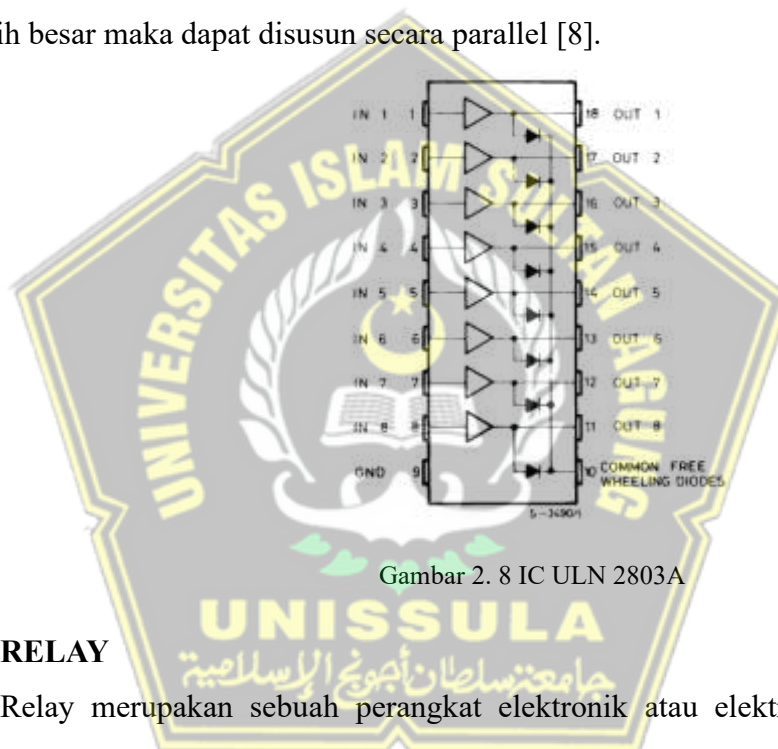
Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi electromagnet. Kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm) [7].



Gambar 2. 7 Piezoelectric Buzzer

2.2.1.6 IC ULN 280 3A

IC ULN 280 3A ini merupakan piranti yang menghubungkan dua piranti lainnya. Driver biasanya mempunyai impedansi masukan yang tinggi dan impedansi keluaran yang rendah, yang dalam sistem digital berarti arus masukan yang kecil dan arus keluaran yang besar. IC ULN 2803A merupakan driver yang didalamnya berisi rangkaian transistor darlington 8 pasang. Setiap pasangan transistor darlington mampu mengendalikan beban 500mA, dan apabila diperlukan untuk mengemudikan beban yang lebih besar maka dapat disusun secara parallel [8].



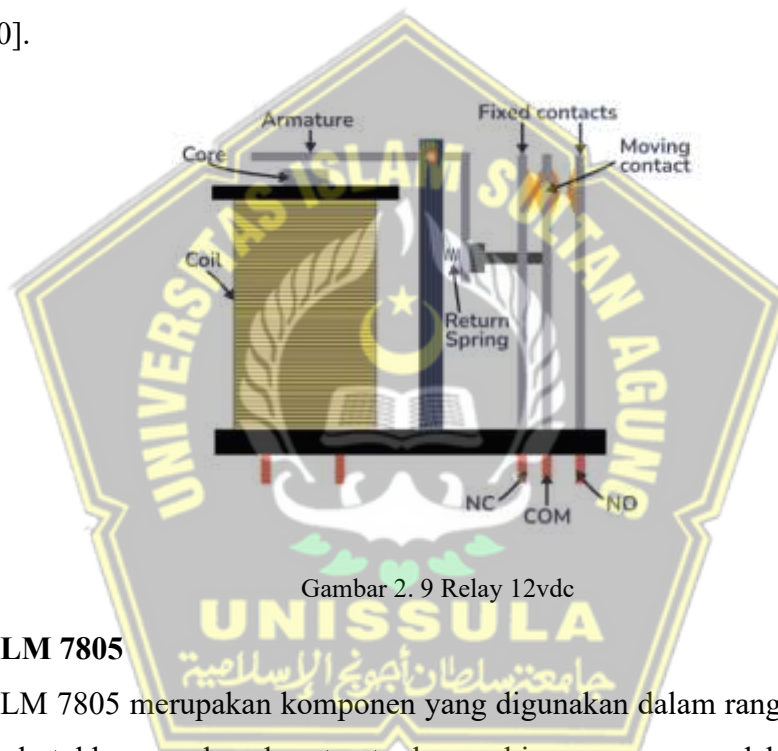
Gambar 2. 8 IC ULN 2803A

2.2.1.7 RELAY

Relay merupakan sebuah perangkat elektronik atau elektromekanis yang berperan sebagai saklar yang dikendalikan oleh aliran listrik. Secara konvensional, relay terdiri dari sebuah kumparan elektromagnetik yang akan menghasilkan medan magnet saat dialiri arus, sehingga mampu menggerakkan tuas untuk menyambung atau memutuskan sambungan listrik. Perangkat ini umumnya digunakan untuk mengontrol sirkuit listrik berdaya tinggi dengan memanfaatkan sinyal listrik yang bertegangan atau berarus rendah.. Dalam perancangan sistem ini menggunakan Relay SRU 12 VDC [9].

Relay SRU 12VDC DC-C adalah relay elektromagnetik yang bekerja dengan tegangan 12V DC pada kumparannya untuk mengontrol sirkuit listrik lainnya. Relay

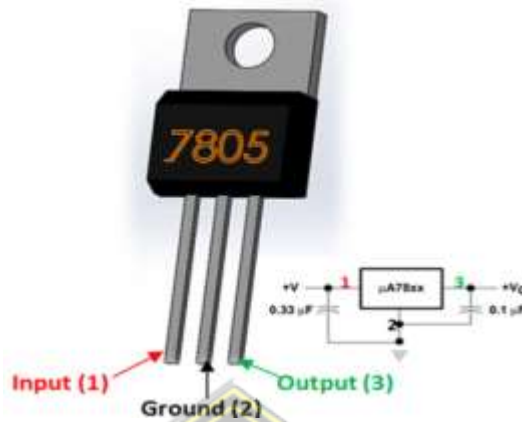
ini biasanya memiliki konfigurasi kontak DPDT (Double Pole Double Throw) dengan dua set kontak NO (Normally Open) dan NC (Normally Closed), yang memungkinkan pengalihan sirkuit secara otomatis. Saat coil diberi tegangan, medan magnet yang dihasilkan menarik mekanisme saklar sehingga kontak COM berpindah dari NC ke NO. Relay ini sering digunakan untuk mengontrol beban besar seperti motor atau lampu dengan sinyal kontrol berdaya rendah, memberikan isolasi listrik antara sirkuit kontrol dan daya, serta cocok untuk aplikasi dalam sistem otomasi, IoT, dan proteksi listrik [10].



Gambar 2. 9 Relay 12vdc

2.2.1.8 LM 7805

LM 7805 merupakan komponen yang digunakan dalam rangkaian elektronik yang membutuhkan pasokan daya teratur karena biayanya yang rendah dan kemudahan penggunaannya. 7805 berarti menghasilkan keluaran tegangan 5 volt. Komponen ini menghasilkan tegangan positif relatif terhadap ground bersama. Memiliki tiga terminal, desainnya sangat sederhana, serta dilengkapi perlindungan terhadap panas berlebih dan korsleting [11].



Gambar 2. 10 LM 7805

Cara Kerja LM7805:

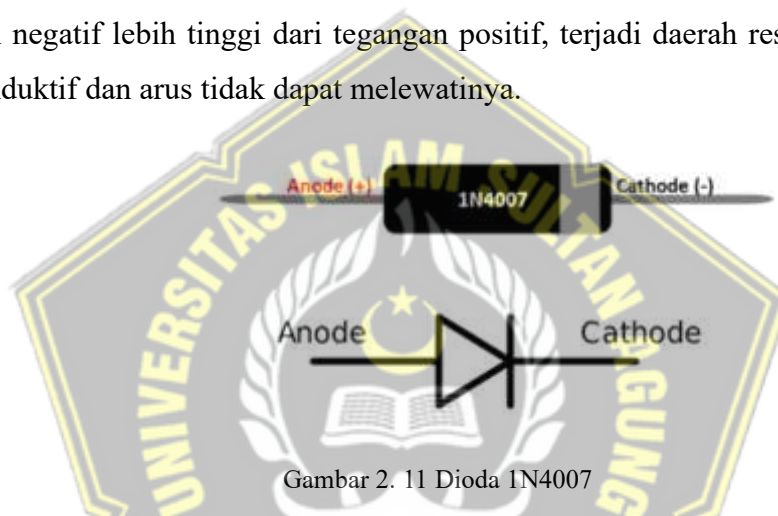
1. **Input Tegangan:** LM7805 menerima tegangan input (biasanya 7-35V DC) melalui pin input (pin 1). Tegangan input ini harus lebih tinggi dari 5V agar regulator dapat bekerja dengan baik.
2. **Regulasi Tegangan:** Di dalam LM7805 terdapat rangkaian pengatur tegangan yang menurunkan tegangan input menjadi tegangan keluaran tetap sebesar 5V. Ini dicapai melalui pengaturan arus dan tegangan yang melewati transistor serta komponen internal lainnya.
3. **Keluaran Tegangan:** Tegangan yang sudah diatur akan dikeluarkan melalui pin output (pin 3). Tegangan ini stabil meskipun terjadi fluktuasi pada tegangan input atau beban.
4. **Ground:** Pin ground (pin 2) menjadi referensi untuk tegangan input dan output.

2.2.1.9 Dioda 1N4007A

Dioda 1N4007A adalah jenis dioda silikon rectifier yang sering digunakan dalam aplikasi elektronik untuk mengalirkan arus listrik dalam satu arah dan memblokir arus dalam arah sebaliknya. Komponen ini dirancang khusus untuk digunakan dalam rangkaian penyearah (rectifier) dan dapat menangani tegangan dan arus yang cukup tinggi. Dioda 1N4007 sering digunakan karena keandalannya dalam

aplikasi umum, seperti adaptor daya, pengisi daya baterai, rangkaian proteksi, dan penyearah gelombang penuh pada catu daya [12].

Dioda 1N4007A bekerja dengan memanfaatkan sambungan yang dibentuk oleh semikonduktor tipe-P dan tipe-N dari bahan semikonduktor. Kutub positifnya dihubungkan ke semikonduktor tipe-P, kutub negatifnya dihubungkan ke semikonduktor tipe-N. Ketika tegangan positif lebih tinggi dari tegangan negatif, terbentuk jalur konduktif sehingga arus mengalir dari positif ke negatif. Ketika tegangan negatif lebih tinggi dari tegangan positif, terjadi daerah resistansi tinggi di jalur konduktif dan arus tidak dapat melewatinya.



Gambar 2. 11 Dioda 1N4007

Fungsi dan Aplikasi Dioda 1N4007A:

1. Penyearah (Rectifier): Mengubah arus AC (bolak-balik) menjadi arus DC (searah) dalam catu daya
2. Proteksi Tegangan Balik: Melindungi rangkaian elektronik dari tegangan balik yang merusak.
3. Klipper atau Clamper: Digunakan untuk membatasi atau mengatur tegangan dalam suatu rangkaian
4. Pemblokir Arus Balik: Mencegah aliran arus balik dalam aplikasi seperti rangkaian baterai.

2.2.1.10 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) telah muncul sebagai teknologi transformasional yang menghubungkan perangkat, sensor, dan sistem melalui internet untuk memungkinkan pertukaran data secara otomatis dan pengambilan keputusan cerdas secara real-time. Internet of Things mencakup beragam industri dan aplikasi komersial. Perangkat ini memiliki berbagai protokol untuk berkomunikasi satu sama lain. Pesan Antrian Telemetri Transportasi (MQTT) adalah salah satu protokol yang lebih populer dan memiliki beberapa fitur yang menjadikannya pilihan yang sangat baik banyak aplikasi [13].

MQTT bekerja pada rangkaian protokol TCP/IP untuk menggunakan fitur-fitur yang ada dan itu sangat bagus ringan, cocok untuk perangkat IoT dengan sumber daya komputasi terbatas. Ada berbagai protokol yang dapat digunakan perangkat IoT untuk berkomunikasi. Constrained Application Protocol (CoAP), Advanced Message Queuing Protocol (AMQP), dan Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) hanyalah beberapa dari protokol berbeda yang digunakan untuk mentransfer data antar perangkat. Jika banyak dari perangkat ini berkomunikasi melalui internet [14].

2.2.1.11 Potensiometer

Potensiometer mono merupakan salah satu jenis potensiometer yang memiliki satu jalur keluaran (output). Komponen memiliki tiga pin, yaitu pin input, pin output, dan pin ground. Cara kerja potensiometer ini didasarkan pada penggunaan material resistif, seperti karbon, yang ditempatkan pada suatu lintasan konduktif. Sebuah elemen geser (wiper) bergerak sepanjang lintasan tersebut, di mana posisi wiper menentukan besar nilai resistansi yang terbentuk antara terminal input dan output [15].



Gambar 2. 12 Potensiometer mono

1. Terminal Masukan (Input Pin) adalah terminal tempat sinyal awal dikirimkan ke potensiometer. Terminal ini biasanya terhubung ke sumber sinyal, seperti pickup gitar atau tahap prapenguat pada sistem penguat audio.
2. Terminal Keluaran (Output Pin) berfungsi sebagai jalur keluaran untuk sinyal yang telah mengalami penyesuaian resistansi melalui mekanisme potensiometer. Sinyal ini kemudian diteruskan ke tahap selanjutnya dalam rangkaian, seperti penguat daya atau perangkat keluaran seperti speaker.
3. Terminal Ground (Ground Pin) adalah terminal yang dihubungkan ke ground atau titik referensi nol tegangan dalam rangkaian. Koneksi ini memainkan peran penting dalam menyelesaikan sirkuit serta memastikan kestabilan dan ketepatan sinyal yang dihasilkan oleh potensiometer.

2.2.1.12 MCB

Miniature Circuit Breaker (MCB) berperan sebagai saklar otomatis yang berfungsi memutuskan aliran listrik secara langsung apabila terdeteksi kondisi abnormal, seperti kelebihan arus (*overload*) atau hubungan singkat (*short circuit*). Pada kondisi kelebihan beban, arus listrik yang melebihi kapasitas nominal MCB akan segera dihentikan guna mencegah terjadinya kerusakan pada perangkat listrik maupun kabel akibat panas berlebih. Sementara itu, hubungan singkat terjadi ketika arus listrik mengalir langsung tanpa melalui beban, yang umumnya disebabkan oleh kerusakan pada isolasi atau kesalahan dalam instalasi. MCB dirancang untuk mendeteksi kondisi semacam ini dan secara otomatis memutus rangkaian guna mencegah kerusakan yang lebih serius.



Gambar 2. 13 Miniature Circuit Breaker (MCB)

2.2.1.13 Box Panel

Box panel merupakan wadah atau tempat khusus yang dirancang untuk melindungi komponen-komponen kelistrikan dari berbagai risiko eksternal, seperti debu, air, panas, maupun gangguan mekanis. Fungsinya tidak hanya sebagai pelindung fisik, tetapi juga sebagai sistem pengorganisasian peralatan listrik agar rapi, aman, dan mudah dalam proses pemeliharaan atau pemeriksaan teknis. Box panel tersedia dalam berbagai bahan, seperti logam (mild steel, stainless steel) atau plastik tahan panas, serta beragam ukuran yang dapat disesuaikan dengan kompleksitas instalasi dan kapasitas daya yang digunakan. Penempatan seluruh rangkaian instalasi di dalam box panel juga membantu mengurangi potensi gangguan listrik, seperti arus bocor, korsleting, atau interferensi elektromagnetik dari lingkungan sekitar. Selain itu, box panel memiliki peranan penting sebagai sistem pengaman untuk instalasi listrik, khususnya yang dipasang di area luar ruangan (outdoor), dengan fitur perlindungan tambahan seperti ketahanan terhadap cuaca (weatherproof) dan sistem penguncian untuk mencegah akses yang tidak diinginkan [16].



Gambar 2. 14 panel box

2.2.1.14 Kodular

Kodular adalah salah satu aplikasi atau tools IDE open source seperti App Inventor. Kodular ini memiliki fitur-fitur widget yang paling banyak dari tools IDE sejenisnya. Situs Kodular ini tidak hanya bisa membuat aplikasi Android saja, tapi juga bisa mengunggah hasil pembuatan aplikasi tersebut ke dalam Kodular Store dan/atau bisa membuat ekstensi sendiri untuk menjadikan widget yang belum ada dari bawaan. Pada sebelum ada perubahan nama Kodular, situs ini diberi nama Makeroid. Saat ini, Situs Kodular ini terus berkembang dalam pembuatan aplikasi tools untuk memudahkan si developer dalam membuat aplikasi Android tanpa coding (ketik program). Untuk pembuatan aplikasi Android, hanya mengandalkan drap dan drop saja dan menyusun puzzle blok program agar program aplikasi tersebut bisa berjalan dengan baik. Anda bisa menambahkan beberapa media iklan di dalam aplikasi Android buatan anda sebagai penghasilan uang. Situs Kodular ini sering terjadi error dalam pembuatan aplikasi Android yang dikarenakan melewati batas kuota hosting. Project-project app yang hasil ekspor dari Kodular seringkali error ketika melakukan impor atau migrasi project-nya ke dalam tools IDE [17].

Selain kemudahan dalam pembuatan aplikasi Android, Kodular juga menyediakan berbagai komponen bawaan seperti sensor, konektivitas, media, dan komponen sosial yang memudahkan pengembang untuk menciptakan aplikasi yang interaktif dan fungsional. Meskipun demikian, keterbatasan tertentu seperti kapasitas

penyimpanan proyek, keterbatasan akses ke hardware tertentu, dan dukungan bahasa pemrograman tingkat lanjut menjadi tantangan tersendiri. Penggunaan Kodular sangat cocok bagi pemula atau pelajar yang ingin memahami logika pemrograman tanpa harus menulis kode secara manual, namun untuk pengembangan aplikasi berskala besar dan kompleks, dibutuhkan platform lain yang lebih fleksibel dan stabil.

2.3 Analisis Stakeholder

Rencana nya produk TA yang kami buat akan kami fokuskan kepada masyarakat didaerah yang sering mengalami bencana banjir agar bisa sedikit membantu warga untuk mengetahui kapan terjadinya banjir sehingga masyarakat dapat mempersiapkan diri dengan adanya banjir yang akan datang sehingga nantinya warga dapat mengamankan barang-barang mereka ke tempat yang lebih tinggi ketika terjadi bencana banjir dan dengan adanya alat ini masyarakat juga akan mengetahui bahwa daerah yang terkena banjir tidak bisa dilewat kendaraan sehingga nantinya masyarakat dapat memilih jalan lain.

Cara kerja alat yang akan di gunakan adalah dengan memantau ketinggian air sungai secara real time. Siapa saja dapat memantau berapa tinggi air hanya dengan menginstal aplikasi yang sudah kami buat dan telah di hubungkan dengan alat yang sudah kami rencanakan. Dengan adanya aplikasi ini akan memberikan informasi yang cepat dan efisien. Dikarenakan alat ini menggunakan Internet of Thing maka untuk mendukung agar dapat memberikan informasi secara real time maka alat perlu terhubung dengan internet atau WIFI.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

Adapun beberapa aspek yang mempengaruhi sistem antara lain:

1. Tinggi Permukaan Air

Komponen seperti sensor ultrasonik digunakan untuk memantau tinggi permukaan air sungai. Kenaikan permukaan air yang signifikan dapat menjadi indikator awal banjir.

2. Sensor dan Perangkat IoT

Sistem memerlukan sensor yang andal untuk mengumpulkan data lingkungan, seperti ketinggian air sungai sehingga nantinya data yang dikirimkan akurat.

3. Kesadaran dan Respons Masyarakat

Efektivitas sistem juga bergantung pada pemahaman masyarakat terhadap peringatan yang diberikan serta kesiapan mereka untuk bertindak. Pelatihan dan simulasi banjir penting untuk meningkatkan respons masyarakat.

Untuk tercapainya sistem yang efektif memerlukan integrasi dari aspek-aspek ini untuk memberikan peringatan yang akurat, tepat waktu, dan relevan bagi pihak yang terdampak.

2.5 Spesifikasi Sistem

Berdasarkan recangan desain alat yang telah di rencanakan spesifikasi alat akan di rancang sepeti berikut di bawah ini.

1. Sistem yang dibuat berfungsi untuk memantau ketinggian air sungai melalui aplikasi yang terkait dengan sistem yang dapat dipantau dari jarak jauh.
2. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang telah terintegrasi untuk mengolah parameter yang diukur.
3. Sistem ini dapat dimonitoring secara jarak jauh dan dapat dilakukan secara *real-time*.
4. Menggunakan Aplikasi Kodular yang ramah terhadap user karena dapat diunduh di berbagai jenis smartphone serta mudah dalam penggunaannya.

BAB 3 . USULAN SOLUSI

Pada rumusan masalah yang terdapat di BAB 1, maka penulis memberikan usulan solusi yang sesuai dengan kebutuhan dalam *engineering* desain dan untuk menjawab rumusan masalah tersebut. Metode dari *project* yang digunakan yaitu:

1. Studi Literatur

Melakukan tinjauan literatur yaitu mempelajari dan memahami mendalam terkait literatur-literatur dari jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian serta video yang relevan dengan penelitian tentang sistem peringatan dini banjir berbasis internet of things dengan esp32, mqtt, dan sensor ultrasonik terintegrasi aplikasi kodular. Studi literatur berguna dalam hal pemahaman terhadap konsep-konsep umum yang akan diterapkan pada tugas akhir serta menjelaskan perbedaan dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan. Luaran dari proses studi literatur ini adalah pengetahuan konsep tentang sistem yang akan dibuat.

2. Analisis

Menganalisis keseluruhan berdasarkan konsep pengetahuan yang sudah didapatkan dari tahap studi literatur akan digunakan sebagai panduan tahapan dalam melakukan analisis kebutuhan sistem. Sehingga keluaran dalam tahapan ini adalah terbentuknya spesifikasi dari sistem perangkat lunak dan perangkat keras.

3. Observasi

Melakukan observasi lokasi sungai untuk mendapatkan data dan informasi yang optimal dan lebih akurat.

4. Desain

Pada tahap ini dilakukan desain sistem yang akan dibuat berdasarkan spesifikasi sistem yang dibutuhkan yang telah dibuat pada tahap analisis. Keluaran dari tahapan ini adalah terbentuknya hasil desain dari sistem. Tahap desain akan dibagi menjadi dua yaitu tahap desain perangkat lunak dan perangkat keras.

5. Implementasi Sistem

Pada tahapan implementasi akan dilakukan proses perakitan sensor dan aktuator pada sistem pendeteksi ketinggian air. Untuk mendapatkan nilai sensor yang akurat dibutuhkan kalibrasi terhadap masing-masing sensor dalam merangkai komponen-komponen perangkat keras. Proses kalibrasi dilakukan dengan melakukan pencocokan terhadap hasil pembacaan dari sensor dengan alat meteran. Hasil dari proses kalibrasi ini adalah ketepatan dari pembacaan sensor yang sesuai dengan alat meteran. Jika pembacaan sensor yang terhubung dengan alat meteran sudah cocok, maka proses kalibrasi berhasil dilakukan.

6. Testing Aplikasi

Pada tahap testing akan dilakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem yang telah dibuat. Pengujian terhadap sistem dilakukan dengan cara melakukan test case dimana setiap case memiliki skenario yang harus dilakukan. Tahap ini akan selesai jika seluruh test case telah berhasil dijalankan tanpa kendala. Luaran dari tahap ini adalah dokumentasi seluruh test case yang telah dijalankan.

7. Dokumentasi Tugas Akhir

Dokumen tugas akhir ini adalah hasil luaran seluruh tahap proses penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, kesimpulan dari penelitian tugas akhir yang telah dikerjakan, serta saran untuk penelitian selanjutnya.

3.1 Usulan Solusi 1

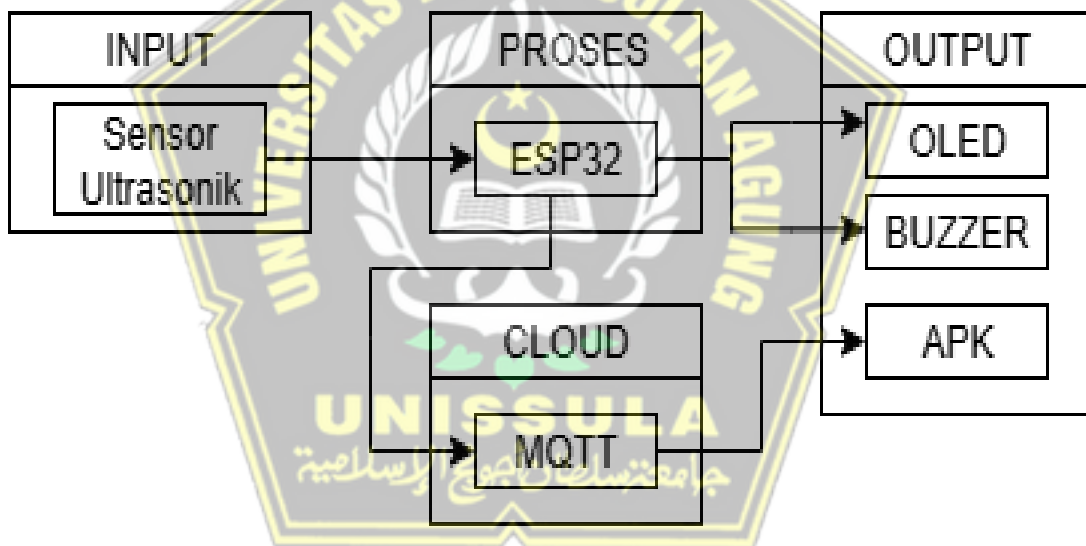
Membuat alat yang dapat di monitoring lewat heand phone secara real time dan memberikan informasi yang dapat mempermudah pengguna dalam mendapatkan informasi yang di berikan oleh system dan tentukan dalam rencana ini memerlukan akses internet wifi agar bisa memberikan informasi ke heand phone menggunakan broker mqtt sebagai tempat upload dan subscribe data informasi yang telah di ubah ke bentuk digital

Untuk bentuk alat menggunakan panel box berbentuk kotak dan tahan air untuk proteksi dari air sementara itu sensor yang digunakan menggunakan sensor ultrasonic

hcr sensor yang bekerja dengan mengukur ketinggian atau jarak sesuatu benda batas deteksi adalah 300cm menggunakan mqtt panel untuk memantau atau mendapatkan informasi dari alat yang telah mengupload data ke broker mqtt sehingga head phone mendapat kan informasi yang real time.

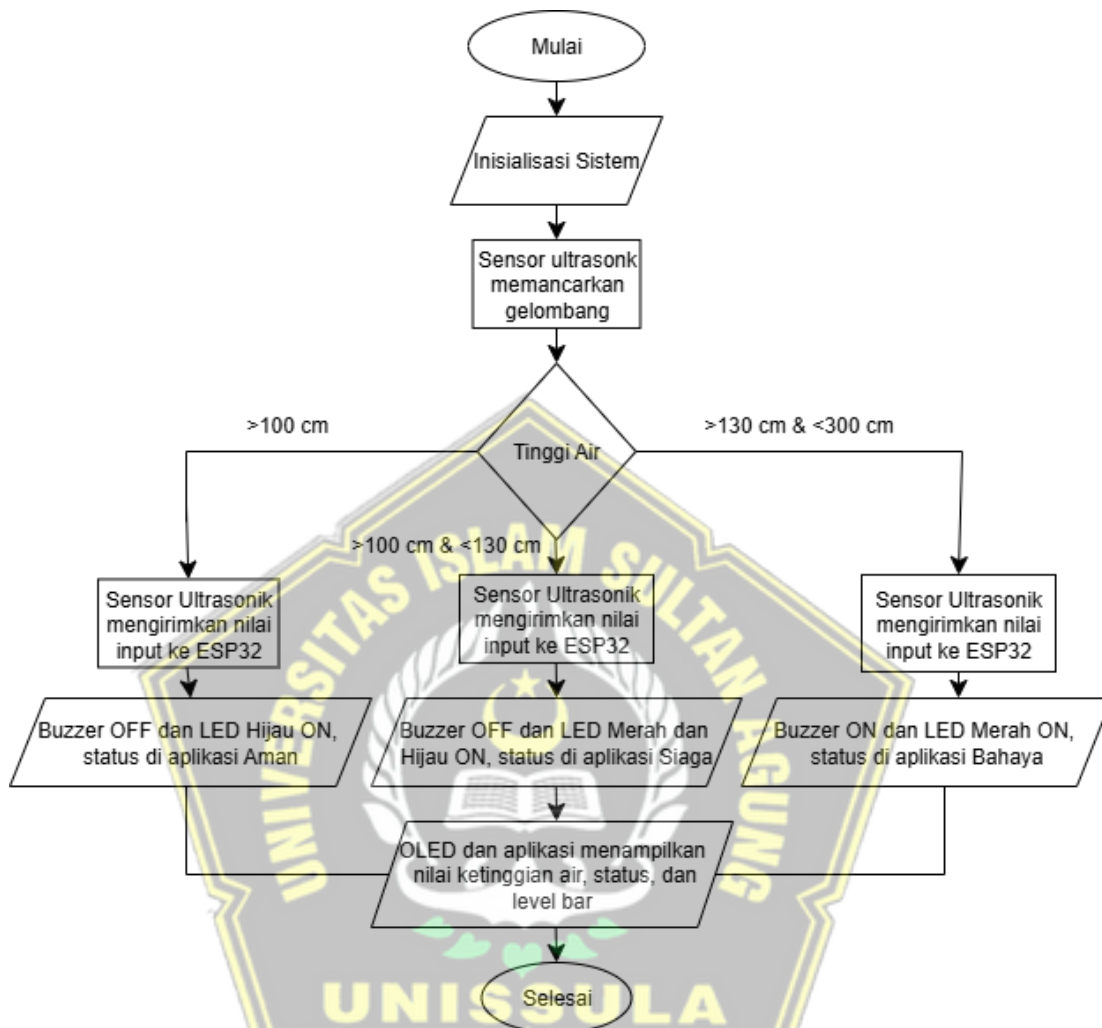
3.1.1 Desain System 1

Pada rancangan sistem dari usulan solusi yaitu Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Iot dan Sensor Ultrasonik Dengan Terintegrasi Aplikasi Kodular. Pada gambar 3.1 merupakan diagram blok dari sistem yang akan dirancang. Sistem ini memiliki input berupa sensor untrasonik.



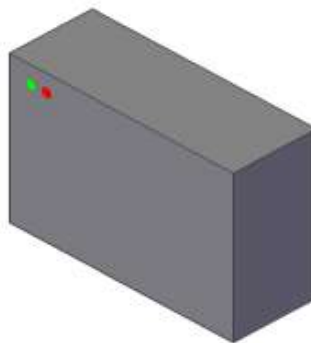
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.2 adalah flowchart dari proses cara kerja sistem secara umum.



Gambar 3. 2 Flowcart Proses Cara Kerja Sistem

Berikut ini adalah desain panel box sistem pada Gambar 3.3



Gambar 3. 3 Panel box sistem

Dari gambar 3.3 dapat dilihat bahwa ada terdapat 2 LED sebagai pemberi indikator kondisi ketinggian air dan pada bagian bawah box terdapat sensor ultrasonik sebagai pendeteksi ketinggian air.

3.1.2 Rancangan Anggaran Desain System 1

Dalam membuat alat perlu menguji dan membeli komponen elektronika nya agar mendapatkan alat yang di buat berfungsi dengan baik maka dari itu ada nya biaya anggaran berikut di bawah ini adalah table anggaran membuat alat.

Tabel 3. 1 Anggaran pembuatan alat

NO	Item/pengeluaran	satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga total
1	Esp 32 devkit v1	pcs	80.000	1	80.000
2	Lcd oled	pcs	28.500	1	28.000
3	Sensor hc-sr04	pcs	15.000	1	15.000
4	Buzzer piezo	pcs	5.000	1	5.000
5	Led	pcs	500	3	1.500
6	Resistor	pcs	1.000	3	3.000
7	IC LN 7805	pcs	3.000	1	3.000
8	Capasitor	pcs	500	2	1.000
9	Dioda	pcs	500	1	500
10	Relay 12v	pcs	10.000	1	10.000
11	Pcb	pcs	100.000	2	200.000
12	Box elektronik	pcs	20.000	1	20.000
13	Box Panel outdoor	pcs	135.000	1	135.000
	Total				502.500

3.1.3 Analisa Resiko Desain 1

Dalam desain 1 di temukan berbagai kekurangan sebagai berikut yaitu pertama memerlukan koneksi internet agar dapat mengupload data ke broker mqtt kemudian sensor ultrasonic hc-sr04 memerlukan tempat tersendiri dan tahan terhadap air sungai yang mengalir komponen elektronika memerlukan suhu agar dapat beroperasi dan sensor kebanyakan sensor ultrasonic gampang mendapatkan gangguan seperti kotoran sampah yang dapat mengganggu kinerja sensor.

3.1.3.1 Analisa Resiko Desain 1 dalam Aspek Teknik

Dari perspektif teknik, sistem ini menggabungkan mekanisme mekanis dan elektronik untuk menciptakan otomatisasi yang efisien. Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat pengendalian, dilengkapi kemampuan koneksi Wi-Fi dan Bluetooth yang mendukung pengoperasian jarak jauh melalui smartphone. Selain itu, sensor 39 ultrasonik digunakan untuk memantau kondisi ketinggian air sungai secara real time, sementara aplikasi Kodular pada smartphone berfungsi sebagai media informasi untuk mengetahui data ketinggian air sungai .

Standar teknik dalam pemilihan komponen, seperti IC ULN 2803A, Buzzer, Relay 12 VDC, LM 7805 dan Dioda 1N4007, menjadi landasan penting bagi desain ini. Pemilihan bahan juga mempertimbangkan daya tahan alat terhadap kelembapan dan proteksi alat serta kondisi di area sungai. Modulasi sistem diperhatikan agar setiap komponen dapat dengan mudah diganti jika terjadi kerusakan. Kerjasama teknologi mekanis dan elektronik yang harmonis ini dirancang untuk memberikan performa optimal dalam jangka panjang.

3.1.3.2 Analisa Resiko Desain 1 dalam Aspek Ekonomi

Sistem otomatisasi ini menawarkan potensi penghematan biaya operasional dalam jangka panjang.. Komponen seperti ESP32, dan sensor ultrasonik, tergolong

ekonomis, sehingga memungkinkan implementasi sistem dengan investasi awal yang relatif rendah.. Oleh karena itu, penting untuk merancang sistem yang tidak hanya efisien dari sisi biaya, tetapi juga tetap menjaga kualitas dan keandalannya.

3.1.3.3 Analisa Resiko Desain 1 dalam Aspek Sosial

Secara sosial, meski alat ini bergantung pada jaringan internet, adanya LCD membuatnya tetap berfungsi optimal sebagai perangkat pemantauan langsung di lokasi area sungai, bahkan di wilayah dengan koneksi internet yang terbatas. Hal ini menjadikan desain 1 lebih adaptif terhadap berbagai kondisi jaringan dan layak diterapkan di berbagai lokasi.

3.1.4 Pengukuran Performa

Mengukur performa desain alat sistem peringatan dini banjir berbasis IoT melibatkan beberapa parameter yang mencakup aspek teknis, efisiensi, dan keandalan sistem. Parameter yang digunakan harus mencerminkan kemampuan alat untuk bekerja sesuai kebutuhan, serta memberikan hasil yang optimal dalam berbagai kondisi. Berikut adalah penjelasan mengenai cara mengukur performa dan parameter-parameter yang digunakan:

1. Keandalan Sistem Operasi

Sistem diuji dalam kondisi daerah banjir yang sesungguhnya, seperti tingkat kedalaman sungai, sampah area sungai, dan keamanan alat . Contohnya, ESP32 dan sensor ultrasonik diuji untuk mendeteksi ketinggian air Sungai ketika terjadi hujan dalam jangka waktu tertentu tanpa gangguan. Jika alat mampu beroperasi selama 24 jam penuh tanpa kegagalan, maka keandalan sistem dianggap memadai. Risiko seperti koneksi terputus antara ESP32 dan smartphone juga harus diuji dengan mensimulasikan lingkungan yang memiliki gangguan sinyal.

2. Akurasi Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik akan mendeteksi ketinggian air sungai secara real time dan akan dibandingkan dengan alat ukur standart atau manual . Performa yang baik

ditunjukkan jika tingkat kesalahan pembacaan sensor berada di bawah 5%. Uji ini dapat dilakukan dalam berbagai kondisi, seperti saat sungai memiliki air yang rendah maupun keadaan air yang tinggi, untuk memastikan keakuratan di semua situasi.

3. Waktu Respon

Waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirim data dari sensor ke server atau cloud. Jika waktu respon kurang dari 10 detik untuk memulai siklus dan distribusi selesai dalam waktu kurang dari 1 menit, performa sistem dianggap efisien.

4. Kecepatan Transmisi Data

Kecepatan yang dibutuhkan saat pengiriman data ke server atau cloud ke notifikasi pengguna melalui aplikasi Kodular yang ada pada *smartphone*. Kecepatan ini berpengaruh besar dalam ketepatan waktu peringatan dini saat terjadi banjir. Jika kurang dari 5 detik kecepatan pengiriman maka performa dianggap efisien

3.2 Analisa dan Penentuan Usulan Solusi/Desain terbaik

Berdasarkan pertimbangan dari berbagai aspek seperti performa, efisiensi, ketahanan yang mempengaruhi hasil akhir, didapatkan solusi terbaik. Yaitu dengan memilih menggunakan sensor ultrasonic sebagai sensor untuk mendeteksi ketinggian air dikarenakan harga yang efisien dan memiliki keakuratan yang baik. Dan untuk Sistem peringatan dini terhadap banjir juga menggunakan aplikasi di *smartphone* berupa aplikasi Kodular guna memudahkan Masyarakat untuk memantau keadaan air pada sungai.

3.3 Gantt Chart

Berikut adalah upaya dalam memenuhi target yang ingin dicapai dalam pengerjaan sistem *Smart Farming* Tanaman Melon Hidroponik Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*) Berbasis IoT menggunakan Blynk dan ESP32 di Oemah Hidroponik

Pati Utara, dimana perencanaan tersebut dapat dilihat pada pembagian tugas di Tabel 3.2 dengan seksama yaitu:

Tabel 3. 2 Gantt Chart

No	Kegiatan/ Capstone	Bulan						KET
		1	2	3	4	5	6	
1	Menentukan Judul Bersama Dosbing							Ali , Ikhsan dan Syifa
2	Survei Mitra dan Identifikasi Masalah							Ali , Ikhsan dan Syifa
3	Mencari literatur jurnal terkait permasalahan							Ali , Ikhsan dan Syifa
4	Penyusunan Proposal Tugas Akhir Project seminar proposal							Ali , Ikhsan dan Syifa
5	Pembelian Alat TA Capstone Design							Ikhsan, Syifa

No	Kegiatan/ Capstone	Bulan						KET
		1	2	3	4	5	6	
6	Perancangan Alat TA Capstone Design							Ali , Ikhsan dan Syifa
7	Pengujian dan Pengukuran Hasil alat TA Capstone Design							

3.4 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Adapun aktivitas tim pada saat proses pembuatan alat pendeteksi dini banjir dan kendala yang dihadapi pada saat pengerjaan.

Tabel 3. 3 realisasi pelaksanaan tugas akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Senin, 30 September 2024 , 1 jam	Penentuan topik atau judul	Ali, Ikhsan, Syifa dan Dosbing
2	Minggu, 13 Oktober 2024 ,1 Jam	Survei Mitra dan sharing terkait masalah yang sedang dihadapi	Ali, Ikhsan, Syifa
3	Senin, 14 Oktober 2024, 3 hari	Mencari literatur jurnal	Ali, Ikhsan, Syifa

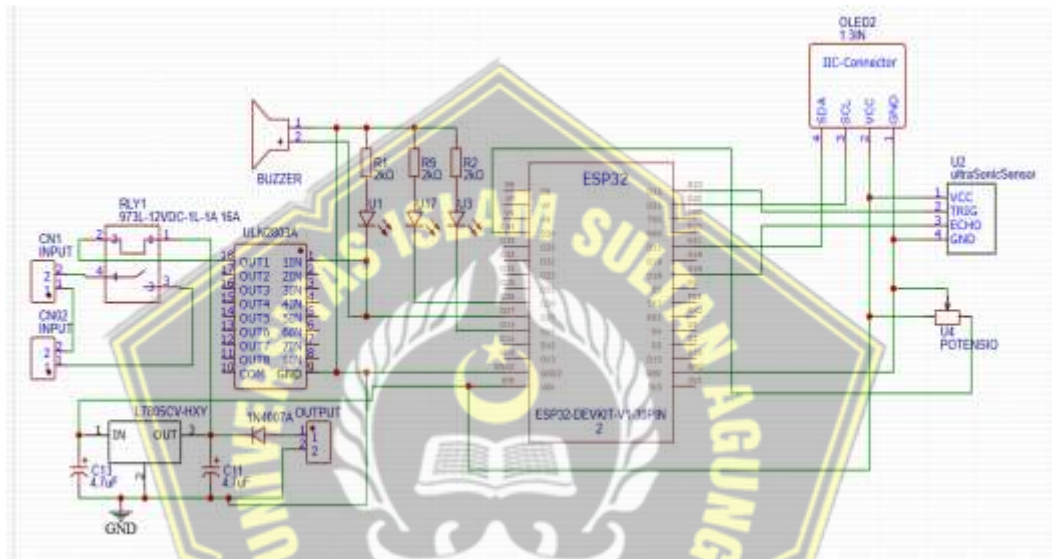
No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
4	Senin, 21 Oktober 2024, 2 Jam	Pembahasan alat tentang komponen dan software apa saja yang digunakan pada alat TA	Ali, Ikhsan, Syifa dan Dosbing
5	Jum'at, 25 Oktober 2024, 3 bulan	Penyusunan Proposal Tugas Akhir Project seminar proposal	Ali
6	Senin, 28 Oktober 2024, 2 Jam	Pembelian Komponen alat TA	Ikhsan, Syifa
7	Selasa, 12 November 2024, 2 Jam	Pembahasan software atau aplikasi yang digunakan pada alat TA	Ali, Ikhsan, Syifa dan Dosbing
8	Senin, 25 November 2024, 3 Minggu	Perancangan alat dan software (progres)	Ikhsan dan Syifa

BAB 4 . HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

Hasil rancangan dari sistem peringatan dini banjir berbasis IoT dirincikan sebagai berikut :

4.1.1 Rangkaian Elektronik



Gambar 4. 1 Rangkaian elektronik sistem

Berberapa komponen-komponen yang mendukung rangkaian sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Esp32

Esp32 di gunakan sebagai mikrokontroler karena lebih mudah penggunaannya dalam mengintegrasikan alat dengan IoT.

2. Sensor Ultrasonic HC-SR04

Di gunakan sebagai pengukur ketinggian air dengan range 1 cm sampai 400 cm. Prinsip kerja dari sensor ultrasonik HC-SR04 sama dengan sensor ultrasonik pada umumnya yaitu memantulkan gelombang ultrasonik ke suatu objek kemudian hasil pantulan dari gelombang tersebut akan diterima kembali oleh sensor.

3. Soket Terminal

Rangkaian elektronik sistem pada Gambar 4.1 terdapat beberapa soket terminal yang di fungsikan sebagai input dan output. Soket terminal input di gunakan sebagai masukan sumber tegangan 12 V yang dibutuhkan alat untuk dapat bekerja. Dan soket terminal output di fungsikan sebagai aktuator jika di butuhkan.

4. Buzzer

Buzzer digunakan sebagai penghasil suara sebagai sinyal peringatan. Prinsip kerja dari buzzer adalah mengubah energi listrik menjadi suara.

5. IC LM7805

IC LM7805 digunakan sebagai penurun tegangan input 12 V menjadi tegangan yang dapat digunakan sebagai input esp32 yaitu 5 V.

6. LCD Oled

Penggunaan LCD Oled sebagai output dari hasil pembacaan secara Real-time. Hasil pengukuran dapat dilihat melalui tampilan dari LCD oled tersebut.

Proses pertama sensor di hadapkan ke permukaan sungai yang akan di ukur. Memberikan tegangan masukan dari adaptor 12 V yang di hubungkan ke soket terminal input yang melewati IC 7805 untuk mengaktifkan esp32. Setelah itu sensor HC-SR04 akan bekerja mengukur ketinggian air sungai. Hasil dari sensor akan ditampilkan pada LCD oled dan juga akan di kirimkan pada aplikasi yang sudah di sediakan. Seluruh sistem dirancang dengan konfigurasi sebagai berikut:

1. Sensor Ultrasonik (SHCR04)

- a. VCC : terhubung ke 5V ESP32
- b. GND : terhubung ke pin GND ESP32
- c. Trig : Terhubung ke pin 23
- d. Echo : Terhubung ke pin 18

2. OLED (1.3in)

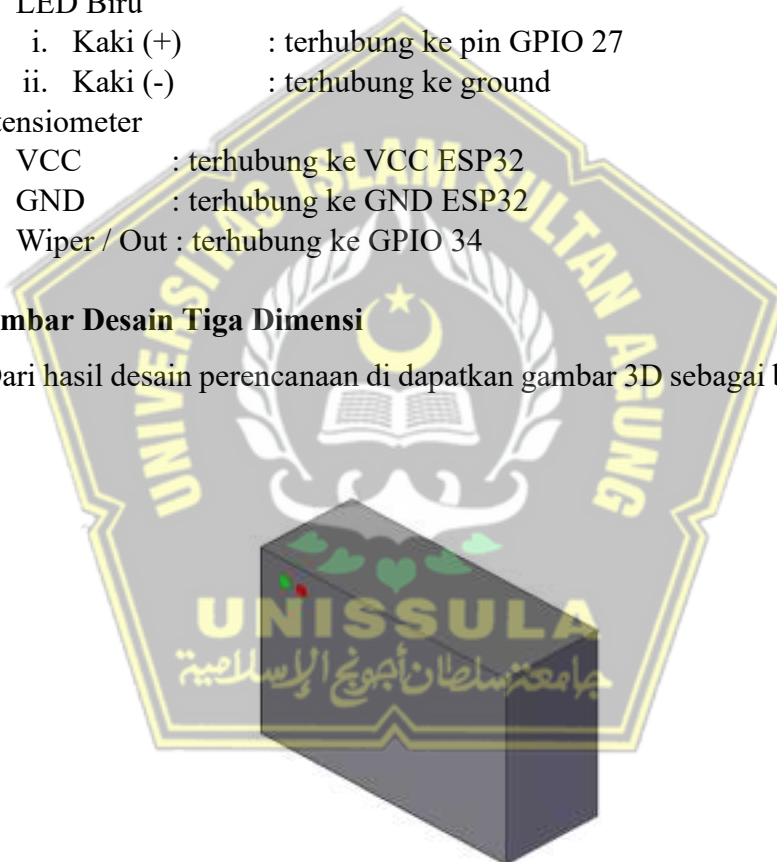
- a. VCC : Terhubung ke 5V ESP32
- b. GND : terhubung ke pin GND ESP32
- c. SCL : Terhubung ke GPIO 21
- d. SDA : Terhubung ke GPIO 22

3. BUZZER

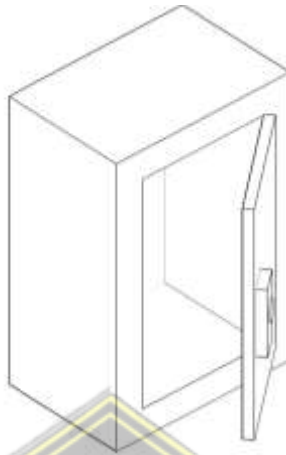
- a. (+) : terhuung ke pin GPIO 27
- b. (-) : terhubung ke Ground
- 4. LED
 - a. LED Merah
 - i. Kaki (+) : terhubung ke pin GPIO 14
 - ii. Kaki (-) : terhubung ke ground
 - b. LED Hijau
 - i. Kaki (+) : terhubung ke pin GPIO 26
 - ii. Kaki (-) : terhubung ke ground
 - c. LED Biru
 - i. Kaki (+) : terhubung ke pin GPIO 27
 - ii. Kaki (-) : terhubung ke ground
- 5. Potensiometer
 - a. VCC : terhubung ke VCC ESP32
 - b. GND : terhubung ke GND ESP32
 - c. Wiper / Out : terhubung ke GPIO 34

4.1.2 Gambar Desain Tiga Dimensi

Dari hasil desain perencanaan di dapatkan gambar 3D sebagai berikut di bawah ini :



Gambar 4. 2 Visualisasi box sistem



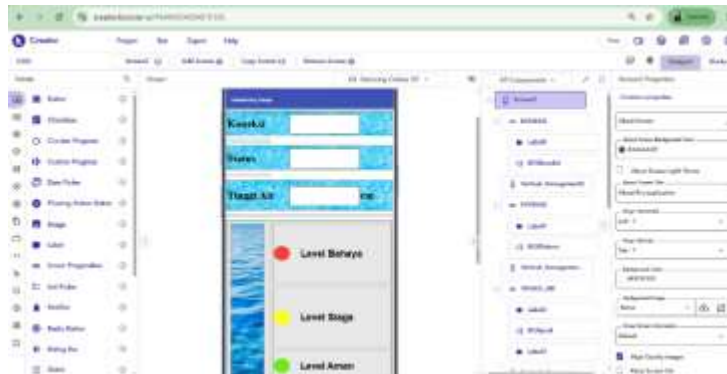
Gambar 4. 3 Visualisasi panel box



Gambar 4. 4 Ilustrasi sistem

4.1.3 Software atau interface

Proses perancangan dalam pembuatan software dibuat dalam bentuk aplikasi yang hanya dapat diakses oleh smartphone. Software yang digunakan dalam pembuatan aplikasi *pendeteksi dini banjir* ini adalah kodular. Berikut adalah *Interface* yang digunakan sebagai software ditinjau pada gambar 4.6.



Gambar 4. 5 Desain Web Kodular



Gambar 4. 6 Interface Aplikasi

4.2 Metode Pengukuran Sistem

Untuk memastikan alat pendeteksi dini banjir ini berfungsi secara optimal dan sesuai dengan kebutuhan, diperlukan suatu metode yang terstruktur untuk mengukur kinerja alat dari berbagai aspek. Kriteria pengukuran mencakup aspek akurasi, stabilitas operasional, responsivitas sistem, serta efektivitas antarmuka pemantauan yang memudahkan pengguna dalam mengakses informasi penting. Metode ini dilakukan dengan serangkaian prosedur pengumpulan dan analisis data, sehingga hasil evaluasi kinerja dapat diinterpretasikan secara komprehensif.

4.2.1 Parameter yang diukur

Sistem peringatan dini banjir Berbasis IoT ini berfokus pada pengukuran ketinggian air dan efektifitas aplikasi dalam menerima data secara *real time*. Dalam proses pengujian, parameter utama yang di ukur untuk mengevaluasi sistem ini:

1. Level Ketinggian Air (Water Level Sensor)

Sensor water level atau sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air secara real time di sungai desa kudu dapat membaca berdasarkan level ketinggian air. Sensor ini mendeteksi apakah ketinggian air sungai dalam keadaan aman atau rawan banjir, dan jika air di Sungai kudu memiliki ketinggian air yang tinggi maka sensor ultrasonic akan mengirimkan data nya melalui ESP 32 dan relay akan menyala sebagai pertanda Sungai dalam keadaan rawan terhadap banjir.

2. Respon sistem terhadap pembacaan sensor ultrasonik

respon sistem terhadap pembacaan sensor ultrasonik pada Sungai dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan kecepatan respon sistem dalam merespons kondisi tinggi air pada sungai, bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat mendeteksi secara tepat kondisi air Sungai jika akan terjadi banjir secara real-time dan mengaktifkan atau menyalakan buzzer untuk pertanda bahwa akan terjadi banjir.

3. Kestabilan konektivitas IoT aplikasi kodular

Pengujian koneksi IoT menggunakan protocol MQTT dilakukan sebagai bagian dari evaluasi kestabilan sistem komunikasi antara perangkat ESP32 dengan aplikasi Kodular yang berperan sebagai antarmuka pengguna, guna untuk memastikan bahwa data dari sensor dapat dikirimkan secara real-time tanpa adanya keterlambatan yang signifikan yang diakibatkan oleh gangguan koneksi.

4.2.2 Definisi Kriteria Kinerja

Kriteria pengukuran kinerja untuk alat ini mencakup beberapa aspek penting yang akan diukur:

1. Akurasi

Kemampuan alat dalam proses mendeteksi parameter yang diukur yaitu sensor ultrasonic dengan nilai kesalahan yang seminimal mungkin. Tingkat akurasi alat dapat dinilai dengan perbandingan yang terbaca di alat dengan yang terjadi secara langsung.

2. Stabilitas

Pengukuran terhadap konsistensi hasil yang terukur pada alat terhadap nilai nilai yang diukur. Tingkat kestabilan alat dilakukan melalui proses pentauan dengan jangka waktu tertentu.

3. Respon Waktu

Waktu yang dibutuhkan oleh alat untuk mendeteksi parameter yang diukur dan mengirimkannya kepada pengguna melalui software.

4. Efektivitas Aplikasi/Software

Seberapa mudah aplikasi digunakan oleh orang-orang yang tidak mempunyai background keteknikan dan seberapa valid data yang dikirimkan.

4.2.3 Langkah Pengukuran

Berikut adalah langkah-langkah dalam pengukuran kinerja alat untuk memastikan sistem berfungsi optimal dan sesuai kebutuhan.

1. Persiapan Alat

Pastikan seluruh komponen seperti ESP32, sensor ultrasonik, dan komponen yang lainnya telah terpasang dengan benar. Lakukan kalibrasi sensor untuk memastikan data yang diperoleh akurat.

2. Instalasi Jaringan IoT

Hubungkan ESP32 ke jaringan WiFi dan MQTT broker untuk memungkinkan pengiriman data secara real-time ke aplikasi pemantauan yaitu Kodular. Pastikan koneksi internet stabil untuk menghindari keterlambatan notifikasi.

3. Pengumpulan Data

- a. Sensor ultrasonik mendeteksi ketinggian air yang ada pada Sungai desa Kudu.
- b. Respon sistem terhadap perubahan nilai ketinggian air
- c. Kestabilan konektivitas IoT

4. Monitoring Real-Time

Sistem terus mengirimkan data ke platform pemantauan secara otomatis. Ketika level air tinggi maka buzzer akan menyala dan sistem akan memberikan notifikasi ke smartphone pengguna agar dapat segera diambil tindakan.

5. Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis untuk mengevaluasi performa alat dalam mendeteksi kondisi Sungai di desa Kudu. Grafik historis ditampilkan di aplikasi Kodular untuk membantu warga dalam mendeteksi jika akan terjadi banjir.

6. Tindakan Preventif

Berdasarkan notifikasi atau hasil pemantauan, pengguna dapat segera mengecek aplikasi pada smartphone dan alat atau membersihkan sungai jika terjadi gangguan pada sistem suplai otomatis.

7. Evaluasi Kinerja Sistem

Setelah dilakukan pengujian dalam jangka waktu tertentu, dilakukan evaluasi terhadap akurasi sensor, keandalan koneksi IoT, serta keefektifan tampilan data di aplikasi. Masukan dari pengguna juga dikumpulkan untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

Berdasarkan langkah-langkah tersebut, metode pengukuran terhadap hasil kinerja dari sistem peringatan dini banjir berbasis IoT dapat dilakukan evaluasi yang dilakukan dan dipahami secara menyeluruh.

BAB 5 HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1 Analisis Hasil

Analisis hasil pengukuran pada sistem pendeteksi dini otomatis berbasis IoT ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah sistem telah bekerja sesuai dengan rancangan, serta untuk menilai efektivitas sistem dari segi teknis maupun dari sisi pengguna. Analisis ini mencakup evaluasi terhadap ketepatan sensor ultrasonic dalam mendeteksi ketinggian air, keandalan koneksi IoT, daya tahan perangkat keras, serta pengalaman pengguna berdasarkan observasi atau umpan balik lapangan.

5.1.1 Hasil Analisis Pengujian Indikator

Proses pengujian dilakukan berdasarkan rancangan yang telah disusun di Bab 4. Terdapat beberapa aspek utama yang diuji, yaitu: uji ketepatan sensor ultrasonic respon sistem terhadap sensor water level, stabilitas konektivitas IoT (MQTT), dan pengujian aplikasi Kodular yang terinstal di *smartphone*. Berikut ini penjelasan masing-masing uji:

5.1.1.1 Uji Akurasi Pembacaan Sensor Ultrasonik

Pengujian ketepatan sensor ultrasonic dalam pengukuran jarak dilakukan sebagai upaya dalam rangka evaluasi bagaimana ketepatan kinerja dalam proses mendeteksi ketinggian air pada sungai. Dalam pengukuran ini dilakukan dalam 16 kali proses untuk mengetahui ketepatan sensor ultrasonic. Data hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel pada tabel 5.1 berikut ini:

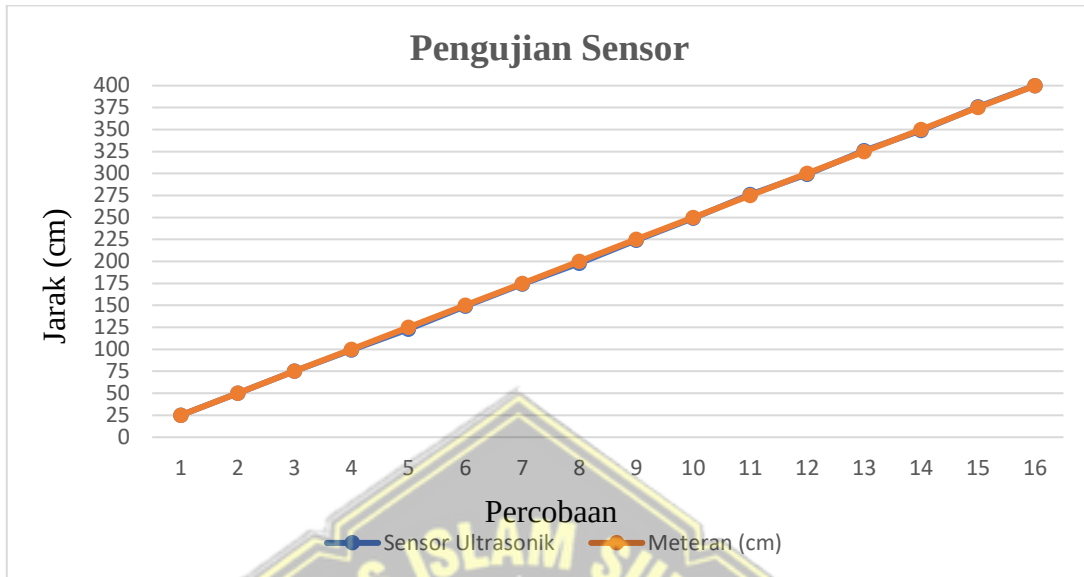
Tabel 5. 1 Data pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik

Pengujian Akurasi Sensor		
Tinggi Air (cm)	Sensor (cm)	Meteran (cm)
370	30	30
350	50	50
325	75	75
301	99	100

277	123	125
251	149	150
226	174	175
202	198	200
176	224	225
151	249	250
126	274	275
101	299	300
74	326	325
51	349	350
24	376	375
0	400	400

Hasil Pengujian akurasi sensor ultrasonic menunjukkan nilai perbandingan dengan pengukuran manual menggunakan mistral. Pengujian dilakukan sebanyak enam belas kali, dengan berfokus pada selisih nilai yang terbaca sensor dengan nilai pengukuran menggunakan mistar sebagai indikator efektivitas penggunaan sensor dan tingkat akurasi sensor. Berdasarkan data pada Tabel 5. Nilai pembacaan jarak dengan menggunakan mistar dan sensor ultrasonik terdapat selisih 0-3 cm, dimana selisih masih dalam rentang normal.

Data yang diperoleh merupakan pengukuran yang dilakukan sebanyak 16 kali dengan perbandingan antara sensor ultrasonik dan mistral dengan jarak yang telah ditentukan. Didapatkan nilai grafik yang hampir sama antara sensor ultrasonik dan mistral, dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. 1 Grafik Akurasi Sensor ultrasonik

5.1.1.2 Pengujian Respon Sistem Terhadap Pembacaan Sensor Ultrasonik

Pengujian respon sistem terhadap pembacaan sensor ultrasonik pada Sungai dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan kecepatan respon sistem dalam merespons kondisi tinggi air pada sungai. Uji coba ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat mendeteksi secara tepat kondisi air Sungai jika akan terjadi banjir secara real-time dan mengaktifkan atau menyalakan buzzer untuk pertanda bahwa akan terjadi banjir di daerah tersebut sehingga akan mengirimkan data informasi ke aplikasi di *smarttphone*. Pengujian dilakukan sebanyak 16 kali, Data hasil pengujian dicatat berdasarkan waktu yang dibutuhkan sistem dari saat pendeteksian. Hasil pengujian ini disajikan dalam bentuk tabel pada Tabel 5.2 berikut ini:

Tabel 5. 2 Pengujian respon sistem terhadap pembacaan sensor ultrasonik

Pengujian Ke	Tinggi Air	Buzzer	LED		Waktu Respon	Status Respon
			Merah	Hijau		
1	370	On	Hidup	Mati	1 detik	Baik
2	350	On	Hidup	Mati	1 detik	Baik

3	325	On	Hidup	Mati	1 detik	Baik
4	301	Off	Hidup	Hidup	1 detik	Baik
5	277	Off	Hidup	Hidup	1 detik	Baik
6	251	Off	Hidup	Hidup	1 detik	Baik
7	226	Off	Hidup	Hidup	1 detik	Baik
8	202	Off	Hidup	Hidup	1 detik	Baik
9	176	Off	Hidup	Hidup	1 detik	Baik
10	151	Off	Hidup	Hidup	1 detik	Baik
11	126	Off	Hidup	Hidup	1 detik	Baik
12	101	Off	Hidup	Hidup	1 detik	Baik
13	74	Off	Mati	Hidup	1 detik	Baik
14	51	Off	Mati	Hidup	1 detik	Baik
15	24	Off	Mati	Hidup	1 detik	Baik
16	0	Off	Mati	Hidup	1 detik	Baik

Dari hasil uji coba yang dilakukan sebanyak 16 kali, terlihat bahwa sistem pendeteksi banjir dengan sensor ultrasonik bekerja dengan sangat responsif. Setiap kali tinggi air berubah, sensor waterlevel langsung mendeteksi kondisi tersebut, dan saat kondisi bahaya buzzer akan aktif dalam waktu sekitar 1 detik. Ini menunjukkan bahwa sistem mampu merespons tinggi air dengan sangat cepat, bahkan jauh lebih cepat dari batas maksimal yang ditetapkan, yaitu 5 detik.

Seluruh pengujian menunjukkan waktu respon yang sama tanpa adanya perbedaan waktu atau keterlambatan, yang berarti kinerja sensor stabil. Tidak ada jeda berarti antara deteksi dan aksi, yang dalam praktiknya penting untuk mengetahui tinggi air Sungai secara real-time secara otomatis tanpa perlu intervensi manual. Berdasarkan hasil ini, bisa disimpulkan bahwa sistem kontrol bekerja sesuai harapan dan bisa diandalkan.

5.1.1.3 Pengujian Konektivitas (MQTT Respon) & Aplikasi Kodular

Pengujian koneksi IoT menggunakan protocol MQTT dilakukan sebagai bagian dari evaluasi kestabilan sistem komunikasi antara perangkat ESP32 dengan aplikasi Kodular yang berperan sebagai antarmuka pengguna. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa data dari sensor dapat dikirimkan secara real-time tanpa adanya keterlambatan yang signifikan yang mengakibatkan gangguan koneksi. Pemantauan dilakukan secara kurang lebih 3 jam, dimulai dari jam 14.00 hingga 16.00. Dengan total 16 kali pengujian secara berkala. Hasil pengujian dicatat berdasarkan waktu rata-rata delay dan kondisi koneksi pada saat itu. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 5.3 berikut:

Tabel 5. 3 Data Pengujian konektivitas IoT aplikasi kodular

Waktu Pengujian	Delay Rata- Rata (detik)	Status Koneksi	Keterangan
14.00	<1	Stabil	Normal
14.05	<1	Stabil	Normal
14.10	<1	Stabil	Normal
14.15	<1	Stabil	Normal
14.20	<1	Stabil	Normal
14.25	<1	Stabil	Normal
14.30	<1	Stabil	Normal
14.35	<1	Stabil	Normal
14.40	<1	Stabil	Normal
14.45	<1	Stabil	Normal
14.50	<1	Stabil	Normal
14.55	<1	Stabil	Normal
15.00	<1	Stabil	Normal

15.05	<1	Stabil	Normal
15.10	<1	Stabil	Normal
15.15	<1	Stabil	Normal

Berdasarkan hasil yang tercatat pada Tabel 5.3, koneksi antara ESP32 dan aplikasi Kodular melalui protokol MQTT berjalan dengan sangat baik selama pengujian berlangsung. Dari enambelas kali pengujian, tidak ditemukan adanya gangguan koneksi maupun keterlambatan pengiriman data yang berarti. Rata-rata delay berada di bawah dari 1 detik, yang masih tergolong sangat rendah dan tidak mengganggu proses komunikasi data secara real-time.

Kondisi koneksi yang stabil menunjukkan bahwa sistem dapat diandalkan dalam skenario penggunaan harian, terutama untuk aplikasi pemantauan atau kontrol otomatisasi ketinggian air pada sungai. Seluruh percobaan menunjukkan konsistensi dalam performa, baik dari sisi kestabilan koneksi maupun waktu tanggap pengiriman data ke aplikasi.

Kelebihan lain yang terlihat dari pengujian ini adalah tidak adanya fluktuasi delay yang mencolok antar percobaan, yang berarti jaringan dan sistem pemrosesan data berjalan mulus tanpa hambatan teknis. Ini mengindikasikan bahwa koneksi antara perangkat keras dan aplikasi berjalan sesuai rancangan, sehingga layak digunakan dalam implementasi lebih lanjut yang membutuhkan koneksi data secara terus-menerus. Selain pengujian terhadap repon sistem, dilakukan juga pengujian terhadap tampilan dan juga kemudahan akses aplikasi IoT pada smartphone. Proses pengujian menampilkan hasil tampilan pembacaan sensor serta jadwal yang sudah tersimpan didalam dan ditampilkan melalui aplikasi.

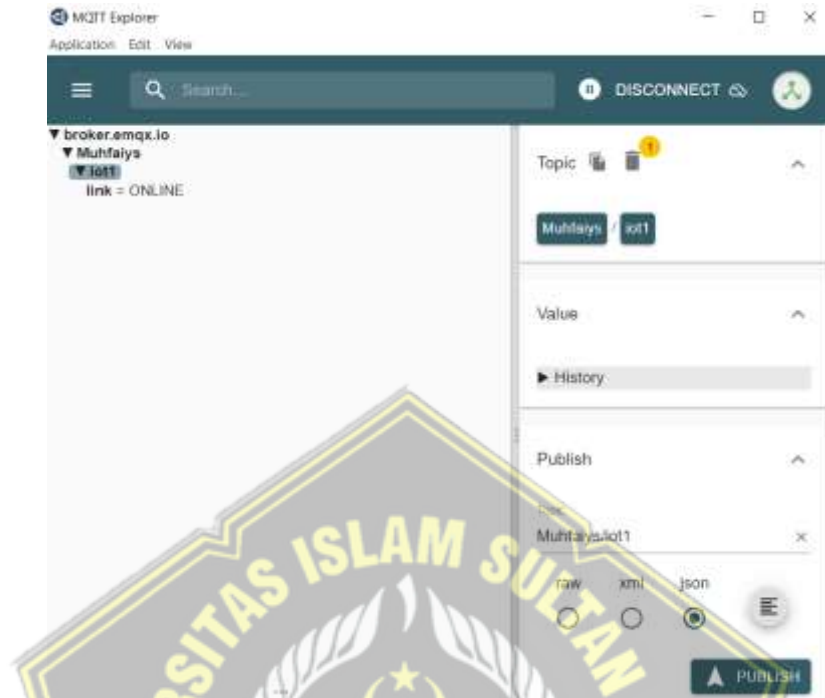


● Level Bahaya



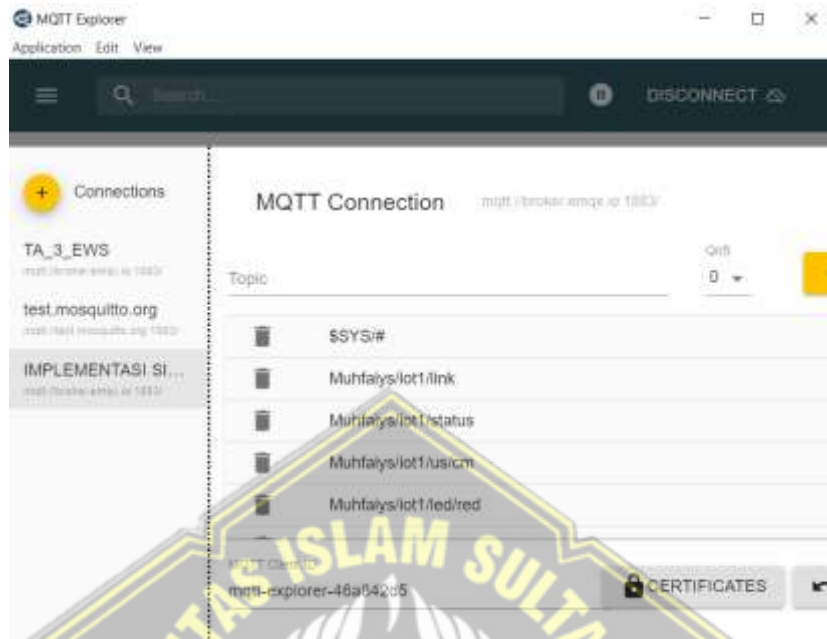
Gambar 5. 2 Tampilan Aplikasi Kodular

Berdasarkan gambar 5.2 menunjukkan bahwa sistem mampu membaca, memproses, dan menampilkan data pembacaan sensor secara realtime dari tampilan aplikasi kodular Koneksi berarti perangkat dalam offline atau online, Siaga yaitu potensi ketinggian air tinggi atau rendah dan tinggi air yaitu ketinggian air pada Sungai. Untuk bar di sisi kiri layar merupakan tinggi atau rendahnya air pada Sungai.



Gambar 5. 3 Tampilan Status Mqtt Explorer

Berdasarkan Gambar 5.3 menampilkan dashboard mqtt yang menunjukkan jika esp connect maka akan menampilkan status online dan juga demikian jika esp disconnet maka akan menampilkan status offline MQTT Explorer telah berhasil terhubung pada broker yang di gunakan broker.emqx.io. Pada panel sebelah kiri, terlihat struktur topik dengan nama Muhfaiys/iot1/link yang memiliki nilai ONLINE. Ini menunjukkan bahwa perangkat ESP32 telah berhasil mengirimkan (publish) pesan ke topik tersebut untuk menandakan bahwa statusnya sedang aktif atau terhubung dengan baik ke server MQTT.



Gambar 5. 4 Proses Memasukan topik ke broker mqtt

Pada gambar 5.4 menampilkan proses menambahkan topik ke broker mqtt yang akan digunakan sebagai cara berkomunikasi antara esp32 dengan mqtt dengan cara esp32 mempublis data pengukuran dan informasi yang didapat ke mqtt secara real time yang kemudian aplikasi akan mensubscribe data yang mqtt simpan sesuai topik yang diinginkan setiap data memiliki topik masing-masing dalam broker mqtt.

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Dalam spesifikasi sistem didalam alat pendeteksi dini banjir berbasis IoT ini memiliki perbedaan dari beberapa aspek mulai dari dimensi, berat dan serta juga kualitas. Hal ini terjadi seiring penyesuaian dengan kondisi yang berada di lapangan serta berkaitan langsung terhadap pengoptimalan realisasi alat. Perbedaan spesifikasi antara usulan dan juga realisasi dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut :

Tabel 5. 4 Data Perbedaan Spesifikasi Sistem antara Usulan dan Realisasi

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1.	Panjang Alat	30x20x15 cm	30x20x15 cm
2.	Sumber Tegangan	Adaptor AC to DC 12 V	Adaptor AC to DC 12 V
3.	Sensor Jarak	Ultrasonik	Ultrasonik
4.	Koneksi	WiFi	WiFi
5.	Monitoring Output	LCD Oled , smartphone	LCD Oled , smartphone
6.	Material Box	Plastik	Panel
7.	Platform Penampil Data	<i>Kodular</i>	<i>Kodular</i>

Berdasarkan tabel 5.4 secara umum tidak ada perbedaan antara spesifikasi yang diusulkan dengan spesifikasi yang terealisasi pada sistem pendeteksi dini banjir otomatis ini. Perbedaan berada pada bagian mekanikal fisik yaitu yang pada bahan material box yang semula plastic menjadi besi (panel) Hal ini dilakukan karena menyesuaikan dengan kondisi yang ada dilokasi yang akan dipasang diluar ruangan bahan plastik mudah rusak jika terkena sinar matahari terus menerus sehingga diganti dengan material besi atau panel.



Gambar 5. 5 Gambar Alat

Sebagai bentuk realisasi dari sistem monitoring yang telah dirancang, gambar di atas menunjukkan sebuah perangkat yang dirakit secara presisi di dalam panel box tertutup guna menjamin keamanan dan kerapihan instalasi. Panel ini dilengkapi dengan sistem kelistrikan yang tertata rapi, serta indikator LED yang menyala sebagai penanda bahwa sistem telah aktif dan berjalan sebagaimana mestinya.

Pada bagian atas modul terdapat adaptor power supply sebagai sumber daya utama yang menyalurkan tegangan ke seluruh sistem. Di bagian tengah terlihat modul proteksi berupa MCB dan relay sebagai pengaman arus berlebih serta pengendali beban. Di sisi bawah, tampak komponen mikrokontroler dan layar OLED kecil yang menampilkan informasi penting secara *real-time*. Informasi ini meliputi status koneksi, proses yang sedang berlangsung, dan parameter monitoring lainnya. Keberadaan layar OLED ini sangat penting sebagai tampilan langsung di lapangan, terutama pada kondisi tanpa koneksi internet atau ketika akses aplikasi tidak memungkinkan.

Selain itu, sistem ini juga terintegrasi dengan konektivitas jaringan menggunakan protokol MQTT yang memastikan data dapat dikirim secara stabil dan efisien ke server atau aplikasi pemantauan. Penempatan alat ini di dalam panel tertutup juga bertujuan untuk melindungi komponen dari gangguan lingkungan seperti debu, air, atau gangguan fisik lainnya. Dengan demikian, realisasi alat monitoring ini telah berhasil diwujudkan dengan mempertimbangkan aspek fungsionalitas, keamanan, dan kemudahan pemantauan bagi pengguna.



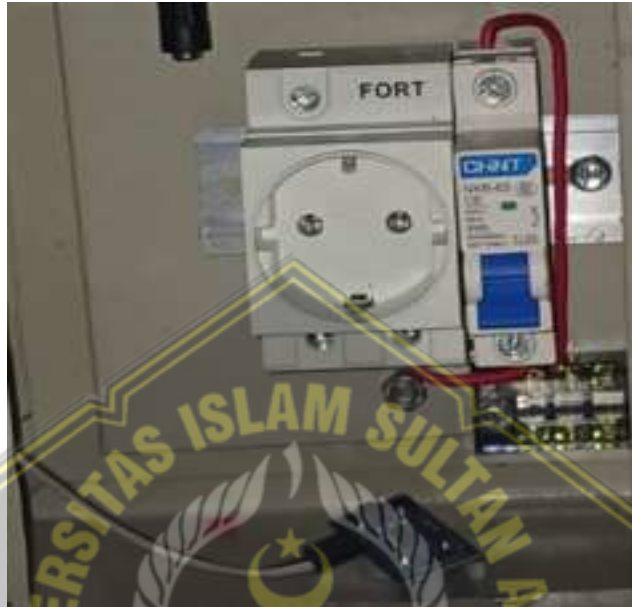
Gambar 5. 6 panel kontrol berwarna hitam

Alat ini dilengkapi dengan sebuah panel kontrol berwarna hitam yang terpasang rapi di dalam box pelindung. Pada panel tersebut, tampak layar OLED berukuran kecil yang berfungsi untuk menampilkan informasi penting secara langsung. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.6, tampilan ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi sistem secara real-time tanpa perlu membuka aplikasi di ponsel atau komputer.

Data seperti status perangkat, koneksi jaringan, hingga parameter lingkungan yang dimonitor dapat diakses langsung dari layar OLED ini. Fitur ini sangat berguna terutama saat sistem dipasang di lokasi dengan keterbatasan sinyal internet atau ketika pengguna tidak terbiasa menggunakan aplikasi digital. Di bawah layar, juga terpasang tiga buah tombol indikator dan satu encoder putar (rotary encoder) yang berfungsi sebagai navigasi dan kontrol manual terhadap sistem. Hal ini memberikan fleksibilitas tambahan dalam pengoperasian, baik secara otomatis maupun manual.

Seluruh komponen utama dalam sistem, seperti modul mikrokontroler, sensor-sensor, serta modul komunikasi telah terealisasi dengan tepat sesuai perencanaan. Penempatan komponen yang tertata dan pengemasan dalam box pelindung turut menjaga kestabilan dan keamanan sistem terhadap gangguan luar. Dengan demikian,

alat ini telah berhasil diwujudkan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, serta menunjukkan performa yang konsisten dan akurat dalam proses monitoring.



Gambar 5. 7 integrasi komponen proteksi dan distribusi daya

Sebagai bagian dari sistem monitoring yang telah direalisasikan, gambar di atas menunjukkan integrasi komponen proteksi dan distribusi daya dalam rangkaian utama. Terlihat sebuah modul stop kontak industri yang terhubung langsung dengan Miniature Circuit Breaker (MCB) merek Chint sebagai komponen pengaman arus berlebih. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5.7, keberadaan MCB ini sangat penting untuk memastikan bahwa perangkat-perangkat elektronik yang terhubung tetap terlindungi dari risiko hubung singkat atau kelebihan beban listrik.

Modul stop kontak tersebut diberi label “FORT” untuk memudahkan identifikasi jalur distribusi daya, sehingga instalasi menjadi lebih tertib dan aman dalam proses pemeliharaan maupun pengembangan lebih lanjut. Jalur sambungan kabel merah sebagai fasa (L) dan biru netral (N) menunjukkan bahwa pengkabelan telah dirancang sesuai standar instalasi listrik tegangan rendah.

Selain itu, di bagian bawah tampak sebuah sensor arus non-invasif yang terhubung dengan mikrokontroler menggunakan kabel jumper. Sensor ini bertugas

untuk mendeteksi konsumsi arus dari perangkat yang terhubung pada stop kontak. Dengan begitu, sistem mampu memantau penggunaan daya secara real-time dan mengirimkannya ke platform monitoring melalui protokol komunikasi seperti MQTT.

Kombinasi antara sistem proteksi fisik dan sensorik ini menjadikan alat monitoring lebih andal, baik dari sisi keamanan maupun ketelitian data. Hal ini membuktikan bahwa perancangan sistem telah dilakukan secara menyeluruh dan realisasi alat dapat berjalan sesuai harapan dengan mempertimbangkan aspek fungsionalitas, keamanan, dan kemudahan analisis data.

Gambar Lokasi serta alat

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Sistem otomatisasi dalam rangka pendeteksi dini banjir otomatis yang berbasis IoT setelah menjalani uji coba secara langsung di lapangan tidak menunjukkan kendala yang begitu berarti. Koneksi dan juga kestabilan pembacaan sensor juga berjalan sesuai dengan apa yang sudah direncanakan sebelumnya. Terkait dengan software dengan jaringan yang stabil menunjang pengiriman perintah dan juga pembacaan data secara real-time secara akurat. Berikut didalam tabel 5.5 tercantum beberapa point dari pengalaman pengguna berdasarkan uji coba yang nantinya akan menjadi penunjang evaluasi dan juga penambahan jika dibutuhkan kembali dikemudian hari. Beberapa point tersebut yaitu:

Tabel 5. 5 Hasil Data Pengalaman Penggunaan Sistem

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Keandalan	Sistem berhasil melakukan deteksi tinggi air pada sungai secara otomatis dan juga dapat termonitoring secara real-time	Dipertahankan

2	Kemudahan	Sistem mudah digunakan dengan tampilan yang mudah dipahami dan dioperasikan	Dipertahankan
3	Keamanan	Komponen Utama dan juga sensor sudah tertutup sehingga aman dalam penggunaan jangka panjang di area Sungai .	Dipertahankan
4	Kendala	Pembacaan sensor kurang tepat jika terlalu jauh atau terkena sampah pada sungai	Dipertahankan

Secara keseluruhan, dalam realisasinya sistem pendeteksi dini banjir secara otomatis dengan IoT telah memenuhi kebutuhan pengguna dalam beberapa aspek utama, seperti fungsi, kemudahan serta juga kemananan. Setelah uji coba pengguna memberikan apresiasi terhadap ketepatan pembacaan sensor serta akurasi dalam mendeteksi tinggi air sungai, serta juga kemudahan dalam pengoperasian yang tidak menyusahkan dalam penggunaan.

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Dalam berjalannya waktu pelaksanaan, terdapat beberapa perbedaan waktu terkait antara usulan dan juga dalam pelaksanaannya selama proses pelaksanaan capstone design dan juga TA 2. Selain selisih waktu, terdapat juga selisih RAB antara anggaran yang diusulkan dan juga dalam proses realisasinya, yang terjadi karena adanya beberapa penyesuaian dalam pelaksanaannya. Berikut perbedaan dalam realisasi dapat dilihat pada tabel 5.6 dan juga 5.7 berikut.

Tabel 5. 6 Kesuaian Perencanaan dan Realisasinya

No	Kegiatan Waktu	Usulan Waktu	Pelaksanaan
1.	Pembelian Alat dan Bahan	Februari	April-Juni

2.	Perancangan Sistem sesuai dengan proposal	Juni	Juli
3.	Pembuatan Alat	Mei - Juni	Mei-Juni
4.	Testing dan Validasi	Agustus	Agustus
5.	Expo atau Pengumpulan Laporan Akhir		

Dalam tabel 5.6 terdapat beberapa perbedaan dan juga selisih waktu antara yang direncanakan dengan yang diusulkan dengan proses pelaksanaannya, terdapat selisih kurang lebih satu bulan antara proses yang diusulkan dan realisasinya yang terjadi karena proses penentuan dan juga pembelian komponen serta dalam proses perakitan alat.

Tabel 5. 7 Kesesuaian Antara RAB dan Realisasinya

No	Material	Spesifikasi	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Modul ESP8266 NodeMCU	3.3 V, Wi-Fi	Buah	1	80000	80000
2	PCB Custom	Single-layer FR4	Buah	1	226000	226000
3	Panel Box Besi	IP54, 20×15×10 cm	Buah	1	100000	100000
4	MCB Panasonic	1-phase, 10 A	Buah	1	120000	120000
5	Adaptor DC	12 V, 2 A	Buah	1	80000	80000
6	Stop Kontak (outlet)	Schuko / Eropa	Buah	1	20000	20000

7	Kaki Tiang dan Bracket	Stainless, tinggi 1 m	Paket	1	150000	150000
8	Sensor Ultrasonik	JSN-SR04T Waterproof	Buah	1	100000	100000
9	Relay Module	1-channel 12 V	Buah	1	25000	25000
10	LED Indikator 3 Warna	Merah, Kuning, Hijau	Set	1	15000	15000
11	Buzzer	12 V Piezo	Buah	1	10000	10000
12	Potensiometer (Potensio)	10K Ohm Rotary	Buah	1	7000	7000
13	Knob Potensio	Plastik diameter 1.5–2 cm	Buah	1	5000	5000
14	Box Hitam Mini (Project Box)	ABS, 10×7×3 cm	Buah	1	20000	20000
15	OLED Display	0.96" 128x64 I2C SSD1306	Buah	1	40000	40000
16	Kabel, konektor, perekat, dll.	NYA-2.5, terminal, jumper	Paket	1	50000	50000
Subtotal Material						Rp 852,000

Tabel 5.7 merupakan perbedaan antara anggaran yang diusulkan dalam proses perancangan RAB dengan realisasinya, hal tersebut terjadi karena fluktuasi harga. Ketika RAB disusun, estimasi berdasarkan harga yang beredar dipasaran disaat itu, sedangkan ketika proses pembelian dilakukan dengan selisih 2 bulan setelah perancangan RAB.

Tabel 5. 8 Realisasi aktivitas dan pelaksanaan Capstone Design tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal	Aktivitas	Pelaksana
1	Selasa, 15 April 2025	Revisi Laporan seminar proposal	Semua Anggota
	Senin, 21 April 2025	Uji Coba Pembacaan sensor	Shifa
	Senin, 5 Mei 2025	Pembelian box	Ali
	Rabu, 21 Mei 2025	Pembelian Komponen Pelengkap	Ikhsan
	Rabu, 3 Juni 2025	Membuat program dan uji coba koneksi wifi	Semua anggota
	Selasa, 17 Juni 2025	Perancangan dan perakitan sistem keseluruhan	Semua anggota
	Jum'at 20 Juni 2025	Uji coba aplikasi dengan alat	Semua anggota
	Kamis, 26 Juni 2025	Demonstrasi alat kepada dosen pembimbing	Semua anggota

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Setelah sistem pendeteksi dini banjir otomatis berbasis IoT berhasil diimplementasikan pada Sungai di kelurahan Kudu, Genuk Kota Semarang, diperoleh sejumlah dampak positif di berbagai aspek. Sistem ini dirancang untuk memonitoring tinggi air Sungai real-time secara otomatis dan terjadwal, serta memanfaatkan teknologi sensor dan IoT untuk pemantauan jarak jauh. Penerapan sistem ini terbukti memberikan manfaat praktis dan nyata bagi penduduk desa yang terdampak banjir. Berikut adalah dampak implementasi sistem yang dikaji dari berbagai bidang.

5.2.1 Bidang Teknologi

Penerapan sistem ini menunjukkan bahwa teknologi otomasi dan Internet of Things (IoT) dapat diadaptasi secara efektif di lingkungan masyarakat. Dengan

penggunaan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, serta konektivitas MQTT, sistem mampu memonitoring tinggi air Sungai secara real time. Hal ini menunjukkan bahwa alat sederhana dengan teknologi terintegrasi dapat menggantikan sistem konvensional yang selama ini masih bergantung pada tenaga manusia. Kelebihan lainnya adalah kemampuan sistem untuk mengirimkan data secara real-time ke aplikasi berbasis Kodular, yang memungkinkan pemantauan dilakukan dari jarak jauh melalui smartphone. Ini menjadi langkah awal menuju digitalisasi. Selain itu, pengembangan sistem ini membuka ruang inovasi lebih lanjut seperti integrasi dengan sistem penyimpanan cloud dan sistem notifikasi .

5.2.2 Bidang Sosial

Dari sisi sosial, alat ini memberikan dampak langsung bagi masyarakat. Dengan adanya alat pendeteksi dini banjir yang telah diotomatisasi menggunakan teknologi IoT, beban kerja fisik masyarakat menjadi lebih ringan. Mereka tidak perlu lagi merasa khawatir jika terjadi banjir secara tiba-tiba, karena sistem ini memungkinkan mereka untuk mempersiapkan waktu dan tenaga dalam mengamankan barang-barang berharga. Selain itu, keberadaan sistem ini juga meningkatkan rasa percaya diri serta kesadaran masyarakat dalam memanfaatkan teknologi. Di lingkungan sekitar, alat ini turut memberikan contoh positif bagi masyarakat lainnya untuk menciptakan alat serupa guna pemantauan di titik-titik rawan banjir lainnya. Hal ini mendorong tumbuhnya semangat kolaborasi dan pertukaran pengetahuan di wilayah tersebut, serta memicu transformasi sosial menuju pemanfaatan teknologi yang lebih modern.

5.2.3 Bidang Lingkungan

Dampak lingkungan merupakan aspek penting dalam penerapan alat pendeteksi dini banjir. Sistem ini memungkinkan masyarakat untuk memantau ketinggian air sungai secara real-time melalui aplikasi pada smartphone, sehingga

risiko kerusakan lingkungan akibat banjir dapat diminimalkan. Dengan informasi yang akurat dan cepat, masyarakat dapat segera mengambil tindakan untuk menyelamatkan barang-barang berharga dan menjaga kebersihan lingkungan sebelum banjir terjadi. Selain itu, alat ini membantu mengurangi dampak negatif banjir terhadap ekosistem sekitar, seperti pencemaran akibat limbah yang terbawa arus atau kerusakan tanaman dan habitat. Dengan demikian, keberadaan sistem ini tidak hanya meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat, tetapi juga berkontribusi dalam pelestarian lingkungan secara preventif dan berkelanjutan.



BAB 6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perancangan, implementasi dan pengujian dari sistem peringatan dini banjir berbasis IoT yang di terapkan di Sungai kelurahan Kudu. Dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang telah berhasil menjalankan fungsi utamanya, yaitu memberikan data ketinggian air sungai secara real time kepada pengguna aplikasi.
2. Sensor Ultrasonic dapat mengukur dengan tingkat akurasi yang bagus dibuktikan dengan hasil percobaan yang memiliki selisih hanya 0-3 cm dengan hasil pengukuran menggunakan mistral.
3. Aplikasi yang dibuat dengan kodular menyediakan interface yang mudah diakses oleh pengguna untuk memantau ketinggian air.
4. Sistem yang dibuat memiliki potensi besar dalam mengurangi dampak negatif banjir dengan memberikan waktu yang cukup bagi masyarakat untuk mengambil tindakan pencegahan atau evakuasi.

6.2 Saran

Agar sistem ini dapat lebih optimal dan mampu menjawab tantangan di lapangan secara lebih baik ke depannya, saran pengembangan penelitian ini adalah Menambahkan batrai sebagai sumber cadangan agar sistem tetap berkerja ketika terjadi listrik padam, karena sistem ini masih menggunakan listrik pln sebagai sumber utama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Prafanto, E. Budiman, P. P. Widagdo, G. M. Putra, and R. Wardhana, "Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis," *JTT (Jurnal Teknol. Ter.*, vol. 7, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.31884/jtt.v7i1.318.
- [2] E. W. Pratama and A. Kiswantono, "Electrical Analysis Using ESP-32 Module In Realtime," *JEECS (Journal Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 1273–1284, 2023, doi: 10.54732/jeeecs.v7i2.21.
- [3] T. N. Arifin, G. Febriyani Pratiwi, and A. Janrafsasih, "Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak," *J. Tera*, vol. 2, no. 2, pp. 55–62, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/jurnaltera/>.
- [4] W. W. Tai, B. Ilias, S. A. Abdul Shukor, N. Abdul Rahim, and M. A. Markom, "A Study of Ultrasonic Sensor Capability in Human Following Robot System," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 705, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/705/1/012045.
- [5] N. Azizah, N. Sujana, and K. Ajibroto, "Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Menghitung Rakaat Shalat Berbasis Arduino Uno," *Formosa J. Multidiscip. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 187–196, 2022, doi: 10.55927/fjmr.v1i2.520.
- [6] A. Rustandi, "Monitoring Arus Dan Daya Listrik Dengan Sistem Notifikasi Dari Smartphone Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things (Iot)." Universitas Komputer Indonesia, 2020.
- [7] D. Suprianto, V. A. H. Firdaus, R. Agustina, and D. W. Wibowo, "Microcontroler arduino untuk pemula," *Penerbit Jasakom-Malang*, 2019.
- [8] D. Y. SETIAWAN and Y. YUNIARTO, "APLIKASI MOTOR STEPPER SEBAGAI PENGGERAK KAMERA Close Camera Television (CCTV) DAN

POMPA PENYIRAM TAMAN OTOMATIS BERBASIS
MIKROKONTROLER AVR AT MEGA 16 PADA MINIATUR KOMPLEK
PERUMAHAN MODERN.” Undip, 2010.

- [9] J. S. Saputra and S. Siswanto, “Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet of Things,” *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.30656/prosisko.v7i1.2132.
- [10] H. Ma, S. Zhou, C. Gao, F. Zhou, Y. Yang, and H. Yang, “Research on the Reliability Test and Life Assessment Methods of Relays Used in Circuit Breaker Operating Mechanism,” *Energies*, vol. 16, no. 13, pp. 1–13, 2023, doi: 10.3390/en16134843.
- [11] M. Divya, K. Saravanan, G. N. Balaji, and S. C. Pandian, “Light weight & low cost power bank based on LM7805 regulator for hand held applications,” *Int. J. Latest Technol. Eng. Manag. Appl. Sci.*, vol. 7, no. 4, pp. 201–205, 2018.
- [12] T. Wagner, H. Çelik, D. Berger, I. Häusler, and M. Lehmann, “Imaging Localized Variable Capacitance During Switching Processes in Silicon Diodes by Time-Resolved Electron Holography,” 2024, doi: 10.1103/PhysRevB.109.085310.
- [13] L. A. Prasetya, A. Rofiudin, and H. W. Herwanto, “Implementation of Internet of Things (IoT) in Education: A Systematic Literature Review,” *J. Educ. Comput. Appl.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–45, 2025, doi: 10.69693/jeca.v2i1.19.
- [14] B. Bevilaqua and M. A. Spohn, “Self-Managed Federation of MQTT Brokers with Dynamic Topology Control,” *J. Comput. Sci.*, vol. 19, no. 11, pp. 1398–1409, 2023, doi: 10.3844/jcssp.2023.1398.1409.
- [15] A. R. SUHARSO, G. B. SANTOSO, A. HENDARTONO, and R. B. KUMARA, “Perbandingan Sensor Incremental Rotary Encoder dan

Potensiometer pada Simulasi Kemudi Kapal Berbasis Arduino,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 11, no. 1, p. 155, 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i1.155.

- [16] L. M. Fisabili and T. W. Oktaviana Putri, “Rancang Bangun Sistem Pemadam Kebakaran Box Panel Outdoor Menggunakan Arduino Uno Berbasis GSM SIM800L V1,” *Sutet*, vol. 11, no. 1, pp. 51–60, 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i1.1494.
- [17] M. T. Wicaksana and E. Erlina, “Development of Arabic Interactive Learning Media Assisted by Kodular for Grade VIII at Islamic Junior High School,” *Lang. Technol. Soc. Media*, vol. 1, no. 1, pp. 27–41, 2023, doi: 10.70211/ltsm.v1i1.21.

