



Prototipe Sistem Monitoring Deteksi Dini Bencana Banjir Berbasis Internet Of Things (Iot)

Akhmed Alexander Zulkarnain Rhaisya^{1*}, M Abil Athiyyah Fajar²

Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Indonesia

*Penulis Korespondensi: akhmedalexander2002@gmail.com

Abstract. *This research describes the development of a prototype flood early warning system using Internet of Things (IoT) technology. This system utilizes an HC-SR04 ultrasonic sensor integrated with an ESP32 microcontroller to detect and monitor air level in real-time. The prototype is equipped with LED indicators, a buzzer, and an LCD display to provide progressive warnings based on air level. Green, yellow, and red LEDs indicate safe (below 50 cm), warning (50-100 cm), and danger (above 100 cm), respectively, with a buzzer sounding when a dangerous situation occurs. The system is also integrated with the Blynk IoT platform, enabling remote monitoring via smartphone. This innovative approach demonstrates the potential of IoT technology in disaster preparedness and provides an alternative solution for air level monitoring and flood early warning systems. The system's flexibility allows parameter adjustments according to different field conditions, making it easily adaptable to varying scenarios. This prototype aims to improve community safety and preparedness for flood risks and opens opportunities for further development and large-scale implementation in more flood-prone areas.*

Keywords: *Blynk Platform; ESP32 Microcontroller; Flood Early Warning System; Internet of Things; Ultrasonic Sensor.*

Abstrak. Penelitian ini menjelaskan tentang pengembangan prototipe sistem peringatan dini banjir dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 untuk mendeteksi dan memantau ketinggian air secara real-time. Prototipe dilengkapi dengan indikator LED, buzzer, dan layar LCD untuk memberikan peringatan progresif berdasarkan ketinggian air. LED hijau, kuning, dan merah masing-masing menunjukkan kondisi aman (di bawah 50 cm), peringatan (50-100 cm), dan bahaya (di atas 100 cm), dengan bel berbunyi saat situasi berbahaya terjadi. Sistem ini juga terintegrasi dengan platform IoT Blynk, memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui ponsel pintar. Pendekatan inovatif ini menunjukkan potensi teknologi IoT dalam kesiapsiagaan bencana serta menyediakan solusi alternatif untuk pemantauan ketinggian air dan sistem peringatan dini banjir. Fleksibilitas sistem memungkinkan penyesuaian parameter sesuai dengan kondisi lapangan yang berbeda, sehingga mudah diadaptasi pada skenario yang bervariasi. Prototipe ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap risiko banjir serta membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dan penerapan skala besar di daerah rawan banjir.

Kata kunci: Internet of Things; Mikrokontroler ESP32; Platform Blynk; Sensor Ultrasonik; Sistem Peringatan Dini Banjir.

1. LATAR BELAKANG

Bencana alam banjir merupakan peristiwa karena permukaan air naik sebab curah hujan yang tinggi, tanggul bobol yang diakibatkan tekanan air akan membuang sejumlah besar air ke lingkungan masyarakat. Banjir dapat disebabkan oleh faktor alam yang dipengaruhi oleh curah hujan, topografi, dan sedimentasi. Tidak hanya itu, banjir juga bisa disebabkan oleh kelebihan kapasitas air di Sungai hingga dapat terjadi dengan faktor air pasang. Berbeda dengan banjir alami, banjir yang diakibatkan oleh aktivitas manusia dapat terjadi karena ulah manusia dalam merusak lingkungan. Ulah ini dapat berupa penebangan hutan secara massal ataupun membuang sampah sembarangan sehingga menutup aliran air.

Ironisnya ditahun 2023 Indonesia menjadi urutan ketiga penghasil sampah terbesar

didunia setelah negara Amerika Serikat dan Arab Saudi. Pada Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), tercatat bahwa timbulan sampah lebih dari 18.081.278.88 juta ton/tahun dan 9.174.646.60 juta ton/tahun atau hanya 50.74% Pengolahan sampah dijadwalkan dilakukan pada tahun 2023 sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya banjir. Banjir menyebabkan perubahan lingkungan seperti, perubahan status tangkapan air (DAS), pemukiman warga di tanggul, kerusakan drainase lahan, kerusakan bangunan pelindung banjir, kerusakan hutan (vegetasi alami), dan kurangnya efisiensi dalam perancangan sistem control bencana banjir. Dengan menggunakan teknologi yang mengandalkan radiasi gelombang suara, jarak dan panjang dapat dihitung tanpa menyentuh fisik benda yang diukur. Salah satu teknologi yang memanfaatkan radiasi gelombang untuk mengukur jarak adalah sensor ultrasonic HCSR04.

Sensor ultrasonic dapat digunakan untuk mengukur jarak antara objek yang berbeda , termasuk jarak antara permukaan air dan alat ukur [4] Implementasi teknologi ini sangat bermanfaat, selain berkembangnya teknologi untuk mengukur jarak suatu benda, di era digitalisasi saat ini banyak sekali teknologi yang kini bisa disambungkan. Internet sudah menjadi kebutuhan pokok bagi setiap individu. Penerapan internet di berbagai bidang mempermudah akses yang dibutuhkan Salah satu perangkat teknologi yang mendukung koneksi dengan internet adalah NodeMCU ESP32.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe program pendeteksi dan pemantauan ketinggian air berbasis internet menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan alat pendeteksi dan pemantauan ketinggian air yang dapat dihubungkan dengan *smartphone* dan memudahkan dalam memahami kondisi air yang jauh dari permukaan air.

Solusi lain untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengatur atau memantau ketinggian air di bendungan Oleh karena itu, dibuatlah *prototype* alat pemantauan ketinggian air pada bendungan menggunakan sensor ultrasonic berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan metode tinjauan literatur, perancangan program, dan pengujian. Alat yang digunakan pada penelitian adalah NodeMCU ESP32, sensor ultrasonic, buzzer dan LED.

Kesimpulan dari pengujian yang dilakukan adalah Ketika sensor ultrasonic mendeteksi ketinggian air di bendungan kurang dari 2 meter atau 200 cm, maka akan menyala lampu hijau yang menandakan keselamatan. Apabila ketinggian air di bendungan melebihi 2 meter atau 200 cm, lampu kuning akan menyala sebagai indikator peringatan. Jika kedalaman air melebihi 3 meter atau 300 sentimeter, lampu merah akan menyala dan

bel akan berbunyi untuk memperingatkan akan bahaya. Hasilnya dikirim ke Blynk secara *real-time*, memberikan informasi tentang tingkat pelepasan air, memungkinkan Masyarakat mendeteksi dan menghindari risiko banjir, serta memfasilitasi pemantauan bendungan. [6].

2. METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Beberapa bendungan menggunakan sensor ultrasonik yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT). Rumusan masalah ini terbagi menjadi beberapa bagian :

a. Studi Literatur

Metode ini menemukan dan mengambil informasi penelitian dan sumber terkait untuk mendukung perencanaan, desain, produksi, pengujian dan pelaporan.

b. Pada metode ini digunakan untuk membuat alat dengan menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler ESP32 yang sesuai.

c. Pada tahap ini, Perancangan program menggunakan kode bahasa pemrograman yang sesuai dengan perangkat yang dipasang dan dirakit.

d. Pengujian

Metode ini digunakan untuk menguji dan menentukan keakuratan perangkat yang dirancang, serta untuk mengatasi risiko kesalahan dan mengurangi risiko yang tidak diinginkan oleh pengguna.

e. Pengambilan Kesimpulan

Metode ini digunakan untuk memperoleh temuan dari setiap permasalahan yang dihadapi selama proses penelitian.

Internet of Things (IoT)

IoT merupakan sebuah sistem dimana berbagai hal dapat saling terhubung melalui jaringan internet. Pengoperasian sistem pada IoT dirancang untuk memerintahkan objek-objek yang sudah terhubung dengan metode yang sangat efektif. Dalam konteks keahlian otonom pada skala besar dalam sistem IoT yang sangat kompleks, pengoptimalan serta pemahaman mendalam pada setiap komponen sangat diperlukan.

Keamanan informasi pribadi memegang peran penting, karena sistem IoT berurusan dengan data pribadi serta aspek keamanan yang sangat krusial. IoT mencakup berbagai bidang, seperti keamanan, data pribadi, jasa, arsitektur, bisnis, sistem manajemen, dan lainnya.

Blynk adalah aplikasi sumber terbuka dengan API (Application Programming Interface) yang dapat digunakan untuk proyek IoT (Internet Of Things), memungkinkan pengguna untuk menyimpan, menganalisis, dan menampilkan data visual serta melakukan

tindakan dan tindakan terprogram yang telah ditentukan.

Blynk memiliki server dan perpustakaan cloud. Server cloud bertindak sebagai layanan backend berbasis cloud yang mengelola komunikasi antara aplikasi ponsel cerdas dan perangkat keras. Perpustakaan sekarang digunakan untuk mengembangkan kode program yang diperlukan.

Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sensor ultrasonic merupakan sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) dan besaran listrik. Pengoperasian sensor ini didasarkan pada prinsip pemantauan gelombang suara sehingga dapat membaca keberadaan (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sensor ultrasonic karena menggunakan gelombang ultrasonic. USG adalah gelombang suara berfrekuensi sangat tinggi, 20.000 Hz, yang tidak terdengar oleh telinga manusia.

ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan sistem kendali yang berfungsi sebagai chip pengontrol rangkaian elektronik dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi [6]. Mikrokontroler ini memiliki antarmuka yang lengkap karena modul Wi-Fi bawaannya, sehingga sangat cocok sebagai alat edukasi untuk aplikasi Internet of Things (IoT). Spesifikasi komponen mikrokontroler ESP32 yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar.

LED

LED merupakan singkatan dari *Light Emitting Diode*, sebuah komponen elektronika yang sangat akrab dengan kehidupan manusia saat ini. LED banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk mainan anak-anak, rambu lalu lintas, lampu indikator pada perangkat elektronik, dan bahkan industri. Selain itu, LED juga digunakan pada lampu darurat, televisi, komputer, speaker, hard drive eksternal, proyektor, LCD, dan berbagai perangkat elektronik lainnya sebagai indikator pengoperasian sistem, biasanya berwarna merah atau kuning. LED banyak digunakan karena memiliki konsumsi daya yang rendah dan hadir dalam berbagai warna yang dapat menyorot bentuk dan teks yang ditampilkan.

Buzzer

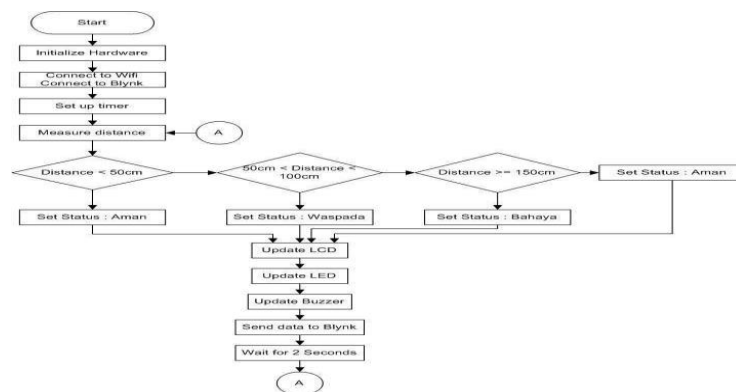
Buzzer adalah komponen elektronik yang mengubah getaran Listrik menjadi getaran suara. Prinsip pengoperasian buzzer pada dasarnya mirip dengan speaker, dan buzzer terdiri dari kumparan yang dipasang pada suatu membran. Ketika kumparan diberi energi, ia menjadi electromagnet. Tergantung pada arah arus dan popularitas magnet, kumparan ditarik masuk atau keluar. Kumparan tersebut diikatkan pada suatu membran, sehingga pada saat kumparan tersebut bergerak maka membran tersebut bergerak maju mundur sehingga menyebabkan udara bergetar dan menimbulkan kebisingan.

LCD 16x2 (I2C)

LCD 16x2 (I2C) adalah modul display yang dapat menampilkan hingga 16 karakter per baris pada dua baris, sehingga memungkinkan total 32 karakter untuk ditampilkan. LCD ini dilengkapi dengan antarmuka I2C (*inter-integrated Circuit*) yang memungkinkan berkomunikasi dengan mikrokontroler hanya melalui dua pin SDA (serial data) dan SCL (serial clock). Hal ini mempermudah integrasi dan mengurangi jumlah pin yang diperlukan dibandingkan dengan LCD yang menggunakan antarmuka paralel. Penggunaan LCD 16x2 (I2C) sangat umum dalam proyek-proyek elektronika karena sederhana, hemat pin, dan dapat menampilkan informasi seperti teks, angka, dan simbol untuk berbagai aplikasi seperti monitoring, pengendalian, atau notifikasi sistem.

Flowchart

Notifikasi buzzer akan berbunyi apabila kode program berhasil diunggah ke mikrokontroler ESP32 dan terhubung ke jaringan Wi-fi. Sensor ultrasonic kemudian mulai mendeteksi jarak dengan memantulkan gelombang suara dari objek dan mengirimkan datanya ke aplikasi server Blynk. Di bawah ini adalah diagram alir sistem deteksi dan pemantauan ketinggian air.



Gambar 1. Flowchart

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk memahami ketinggian air dan mendeteksi dini bencana banjir. Alat ini dirancang untuk memberikan informasi kepada Masyarakat disekitar lokasi.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Laptop yang terhubung ke internet digunakan untuk merancang alat, membuat program, dan menulis.
- Sensor Ultrasonik HC-SR04

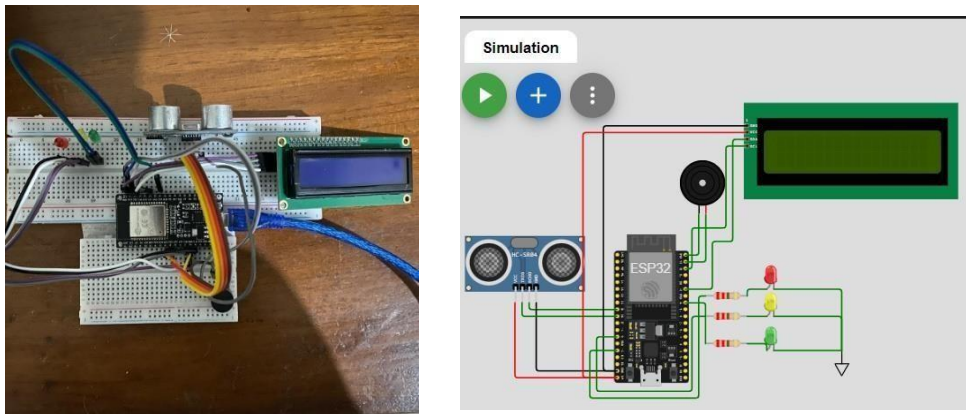
- c. Mikrokontroler ESP32
- d. Buzzer
- e. LED (Hijau, Kuning dan Merah)
- f. LCD 16x2 (12C)

Perancangan sistem

Perangkat Keras

Desain perangkat keras dan perangkat lunak komputer. Perancangan perangkat keras pembuatan bahan pembelajaran digunakan untuk eksperimen penelitian, perangkat lunak pembuatan proyek dimuat pada ESP32.

Tujuan dari perancangan alat ini adalah untuk mendeteksi ketinggian air, jika ketinggian air sedikit maka LED hijau akan menyala menandakan ketinggian air aman, jika menyalakan lampu kuning menandakan ketinggian air aman alarm, dan jika lampu menyala, lampu merah terang menunjukkan bahwa ketinggian air berbahaya, dan kemudian alarm.



Gambar 2. Rangkaian alat

Keterangan alat sebagai berikut :

- a. Sensor Ultrasonic HCSR04 digunakan untuk mendeteksi ketinggian air
- b. Mikrokontroler ESP32 digunakan untuk memproses program yang dibuat untuk mengoperasikan perangkat, dan modul Wi-fi dipasang untuk menyederhanakan penggunaannya
- c. Buzzer digunakan untuk mengetahui keadaan ketinggian air dengan cara mengeluarkan sinyal berupa suara apabila ketinggian air melebihi batas yang telah ditentukan.
- d. LED memberikan sinyal berupa Cahaya yang dapat digunakan untuk mendeteksi bahaya.
- e. LCD 16x2 (12C) digunakan untuk menampilkan informasi secara real-time terkait ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor ultrasonic

Pada gambar 3 merupakan pin dari masing-masing komponen perangkat keras yang digunakan:

No	Komponen	PIN
1	Sensor Ultrasonic HC-SR04	TRIG 26, ECHO25
2	Buzzer	23
3	LED hijau	19
4	LED Kuning	12
5	LED Merah	13
6	Buzzer	23
7	LCD 16X2 (12C)	SDA 21, SCL 22

Gambar 3. Pin rangkaian perangka

Perangkat Lunak

Perancangan alat perangkat lunak dilakukan dengan pembuatan program pada Arduino IDE dengan menggunakan bahasa C++. Saat menjalankan program perangkat keras ESP32, harus terlebih dahulu menentukan pin mana yang akan digunakan, kemudian menentukan jarak antara air dan sensor. Proses pertama yang dilakukan sistem adalah mengukur jarak ke air melalui sensor. Lampu kemudian memberikan keluaran warna yang sesuai dengan ketinggian air.

Berikut dibawah ini merupakan kode dan penjelasannya :

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6JGVqhQeQ"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "MONITORING LEVEL AIR"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "S6k_RfpXnmHyXMwKhY-vd9ffucc27CX8"

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
```

Gambar 4. Definisi dan Inklusi library.

Pada Gambar 4. Definisi dan Inklusi library, bagian ini menjelaskan library yang di perlukan dan mengidentifikasi informasi Blynk serta kredensial Wifi.

```
const char* ssid = "yusuf88";
const char* pass = "1234567890";
```

Gambar 5. Kredensial Wifi.

Pada Gambar 5. Kredensial Wifi, bagian ini menentukan SSID dan password Wifi yang digunakan oleh Mikrokontroler ESP32 untuk dihubungkan ke jaringan.

```
// Definisikan pin untuk sensor ultrasonik
const int trigPin = 26;
const int echoPin = 25;

// Definisikan pin untuk LED
const int greenLED = 19; // V1: LED Hijau
const int yellowLED = 12; // V2: LED Kuning
const int redLED = 13; // V3: LED Merah

// Definisikan pin untuk buzzer
const int buzzer = 23; // V4: Buzzer
```

Gambar 6. Definisi pin dan komponen.

Pada Gambar 6. Definisi pin dan komponen, bagian ini menentukan pin-pin yang digunakan oleh sensor ultrasonic, LED dan Buzzer.

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

Gambar 7. Inisialisasi LCD.

Pada Gambar 7. Inisialisasi LCD dimana pada bagian ini untuk menampilkan informasi ketinggian level air.

```
BlynkTimer timer;
```

Gambar 8. Blynk timer.

Pada Gambar 8. Blynk timer berguna untuk menjalankan fungsi pengukuran berkala.

```
long getDistanceCm() {
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  long duration = pulseIn(echoPin, HIGH, 300000); // Timeout 300ms
  long distance = (duration * 0.0343) / 2;

  return distance;
}
```

Gambar 9. Fungsi mengukur jarak.

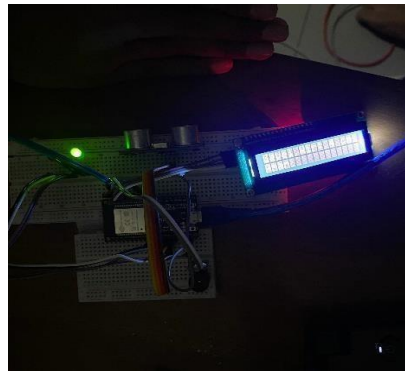
Pada Gambar 9. Fungsi mengukur jarak bagian ini digunakan untuk mengukur jarak menggunakan sensor ultrasonic.

Implementasi Program

Implementasi adalah tahap dimana menerapkan perangkat keras dan perangkat lunak agar alat dapat berfungsi sesuai kebutuhan. Perangkat keras dirancang dan diatur untuk berinteraksi dengan perangkat lunak. Sedangkan untuk perangkat kerasnya terdapat beberapa modul dan komponen elektronik dasar. Untuk perangkat lunak, aplikasi Arduino IDE digunakan sebagai editor pemrograman untuk berbagai tools, dan aplikasi server Blynk digunakan sebagai aplikasi pemrograman untuk web informasi.

Jika kondisi level air di bawah 50cm

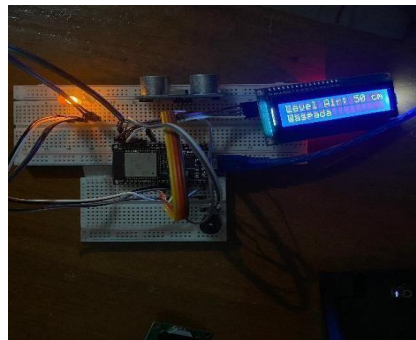
Pada Gambar 10. Kondisi aman, jika kondisi ketinggian level air kurang dari 50cm maka lampu LED hijau akan menyala yang dimana menandakan bahwa kondisi aman.



Gambar 10. kondisi aman

Jika kondisi level air di atas 50cm – 100cm

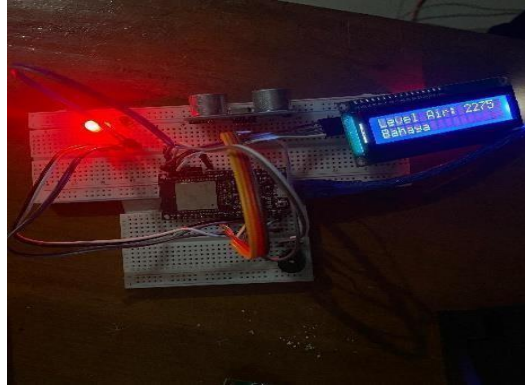
Pada Gambar 11. Kondisi waspada, jika kondisi ketinggian level air berada pada rentan jarak 50cm – 100cm maka lampu LED kuning akan menyala yang dimana menandakan bahwa kondisi waspada.



Gambar 11. kondisi waspada

Jika kondisi level air melebihi 100cm

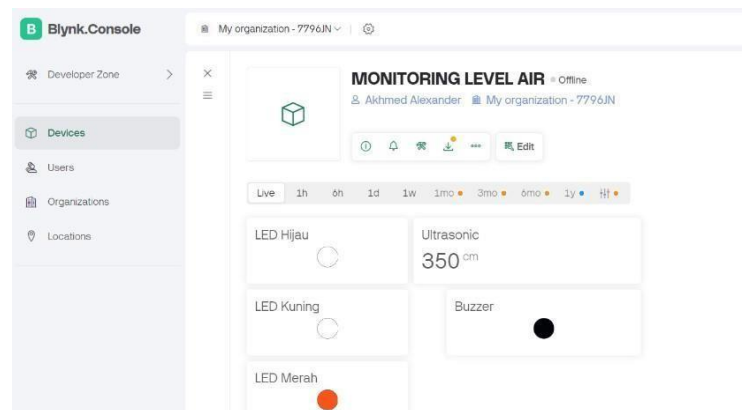
Gambar 12. Situasi berbahaya : Ketika ketinggian air melebihi jarak 100 cm, lampu LED merah dan bel akan menyala untuk menandakan bahwa situasi berbahaya



Gambar 12. kondisi bahaya

Untuk ukuran jarak parameter bahaya dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang ada di lapangan.

Tampilan pada Blynk



Gambar 13. Tampilan pada Blynk.

Gambar 13. Dilihat di Blynk, bagian ini menjelaskan pemantauan ketinggian air menggunakan *Internet of Things* (IoT).

4. KESIMPULAN

Sebagai bagian dari penelitian ini, berhasil mengembangkan *prototype* inovatif sistem peringatan dini banjir menggunakan teknologi ESP32 dan Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan sensor ultrasonic HCSR04 untuk mendeteksi ketinggian air secara *real-time*, dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Berbagai komponen seperti LED indikator, buzzer, dan LCD diintegrasikan ke dalam sistem untuk memberikan peringatan bertahap.

Lampu LED hijau menyala dalam kondisi aman (ketinggian air di bawah 50 cm), sedangkan LED kuning menyala dalam kondisi waspada (ketinggian air 50 cm hingga 100 cm). LED merah menyala jika terjadi bahaya (ketinggian air 100cm atau lebih) dan buzzer akan

berbunyi. Integrasi dengan platform IoT Blynk memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui ponsel cerdas, sehingga meningkatkan aksesibilitas informasi dan kecepatan respons terhadap potensi bencana.

Fleksibilitas sistem memungkinkan penyesuaian parameter sesuai dengan kondisi lapangan, sehingga dapat beradaptasi dengan berbagai skenario. Prototipe ini menunjukkan potensi besar teknologi IoT dalam kesiapsiagaan bencana, sebagai solusi alternatif untuk pemantauan ketinggian air pada bendungan dan sistem peringatan dini banjir. Keberhasilan ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap ancaman banjir, serta membuka peluang pengembangan lebih lanjut dan implementasi skala besar di wilayah rawan banjir.

DAFTAR REFERENSI

- Adani, F., & Salsabil, S. (2019). Internet of Things: Sejarah teknologi dan penerapannya. *Jurnal Isu Teknologi STT Mandala*, 14(2).
- Awaluddin, M., et al. (2022). Rancang bangun prototipe monitoring berbasis IoT. *Progressive Physics Journal*, 3(1). <https://doi.org/10.30872/ppj.v3i1.910>
- Awalia, V. R., Mappamiring, M., & Aksa, A. N. (2015). Peran pemerintah dalam menanggulangi risiko bencana banjir di Kabupaten Kolaka Utara. *Otoritas: Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 5(2), 202–213. <https://doi.org/10.26618/ojip.v5i2.124>
- Habib Al Hudry, M., Fathoni, F., Ulkhaq, Y., Tio Rifqy Wijaya, P., & Arkam, M. (2023). Perancangan sistem pendeteksi dan monitoring ketinggian air berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 2(3), 87–93. <https://doi.org/10.55123/storage.v2i3.2307>
- Hasanah, U., et al. (2023). Prototipe sistem pendeteksi pelanggaran zebra cross. *Infotek*, 6(2).
- Hidayat, R., & Suraya, S. (2023). Sistem deteksi dini bencana banjir berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonik dan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 11(2), 85–94.
- Ikhsan, M., Sukita, S. A. L., & Pranoto, S. S. (2017). Perencanaan pengendalian banjir Sungai Tuntang di Desa Trimulyo Kabupaten Demak. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(4), 447–459.
- Muhtadi, A., & Setiawan, B. (2024). Penggunaan sensor water level dan mikrokontroler Arduino Uno dalam sistem monitoring banjir berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 13(1), 45–53.
- Nugroho, F., & Saputra, W. A. (2025). Pengembangan sistem peringatan dini banjir (early warning system) berbasis IoT dengan integrasi bot Telegram. *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Data Keamanan dan Aplikasi*, 10(1), 12–20.
- Pratama, I. P. A. E. (2019). *Handbook Internet of Things: Teori dan implementasi*. Informatika.
- Sasmita, A., & Rahmawati, D. (2024). Prototype monitoring debit air sungai sebagai pendeteksi dini banjir menggunakan sensor arus air (flow sensor) berbasis IoT. *Jurnal Otomasi dan Instrumentasi*, 16(2), 102–111.

- Satriadi, A., Wahyudi, & Christiyono, Y. (2019). Perancangan home automation berbasis NodeMCU. *TRANSIENT*, 8(1).
- Sularso, Octavianus, & Suryono. (2021). Mitigasi risiko bencana banjir di Manado. *Jurnal Spasial*, 8(2), 267–274.
- Ulum, M. B., & Badri, F. (2023). Sistem monitoring cuaca dan peringatan banjir berbasis IoT dengan aplikasi MIT App Inventor. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknologi Terstruktur)*, 11(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3088>
- Utomo, S., & Wijaya, R. (2025). Rancang bangun sistem monitoring banjir berbasis IoT menggunakan protokol MQTT dan platform ThingSpeak. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, 9(3), 210–218.
- Waluyo, A. F., & Putra, T. R. (2024). Peringatan dini banjir berbasis IoT dan Telegram. *Infotek*, 7(1). <https://doi.org/10.29408/jit.v7i1.24109>
- Wicaksono, M. F., & Hidayat, T. (2022). *Mudah belajar mikrokontroler Arduino*. Informatika.