

Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Berbasis IOT dengan Metode Topsis untuk Peringatan Dini Potensi Bencana Banjir

Miranda Dewi¹, Yohanni Syahra^{2,*}

^{1,2} Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Kota, Indonesia

Email: ¹mirandadewi190@gmail.com, ^{2,*}yohannisyahra@umsu.ac.id

(* Email Corresponding Author: mirandadewi190@gmail.com)

Received: August 23, 2025 | Revision: August 26, 2025 | Accepted: September 19, 2025

Abstrak

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang dapat menyebabkan kerugian besar, baik secara material maupun terhadap keselamatan jiwa manusia. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang mampu memberikan peringatan dini secara otomatis, akurat, dan real-time. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring potensi banjir berbasis *Internet of Things* (IoT) yang didukung oleh metode pengambilan keputusan TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*). Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan beberapa sensor, yaitu sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi muka air, DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan udara, flow sensor untuk mengukur kecepatan aliran air, serta float sensor untuk mendeteksi level air. Data dari sensor dibaca secara berkala, kemudian dianalisis menggunakan metode TOPSIS untuk menentukan tingkat risiko yang diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu Hujan Berhenti, Perlu Dipantau, dan Potensi Banjir. Sistem memberikan respon lokal melalui LED indikator dan *buzzer*, serta mengirimkan notifikasi ke pengguna melalui Telegram Bot jika terjadi perubahan status risiko. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara responsif dan *real-time*, dengan akurasi yang baik dalam mendeteksi perubahan kondisi lingkungan. Sistem mampu memberikan peringatan dini yang efektif dan dapat diakses dari jarak jauh. Dengan demikian, solusi ini berpotensi digunakan sebagai sistem mitigasi bencana banjir berbasis teknologi untuk mendukung keselamatan masyarakat dan pengambilan keputusan lebih cepat.

Kata Kunci: IoT, TOPSIS, Banjir, Sistem Peringatan Dini, ESP32, Telegram

Abstract

Floods are one of the natural disasters that can cause significant damage, both materially and to human safety. Therefore, an automated and real-time early warning system is crucial. This research aims to develop a flood potential monitoring system based on the *Internet of Things* (IoT) supported by the decision-making method TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*). The system is built using an ESP32 microcontroller connected to various sensors, including an ultrasonic sensor to measure water level, DHT11 to detect temperature and humidity, a flow sensor to calculate water flow rate, and a float sensor to monitor water level status. Sensor data is read periodically and processed using the TOPSIS method to classify flood risk levels into three categories: No Rain, Needs Monitoring, and Flood Potential. The system provides local alerts via LED indicators and a buzzer. If a change in risk level is detected, the system automatically sends a notification to the user via a Telegram Bot. Testing results demonstrate that the system operates responsively and in real-time, with good accuracy in detecting environmental changes. The combination of IoT-based monitoring and the TOPSIS decision method enables the system to provide effective early warnings and supports remote access. This makes it a promising solution for flood disaster mitigation, allowing for faster response and better public safety management.

Keywords: IoT, TOPSIS, Flood, Early Warning System, ESP32, Telegram

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia.[1] Dampaknya tidak hanya merusak infrastruktur, tetapi juga menyebabkan kerugian ekonomi yang besar, mengganggu aktivitas masyarakat, hingga menelan korban jiwa. Sebagai negara tropis dengan curah hujan yang tinggi sepanjang tahun, Indonesia sangat rentan terhadap bencana ini, terutama ketika sistem drainase dan pengelolaan lingkungan tidak berjalan optimal. Berdasarkan laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), sepanjang tahun 2024 tercatat ratusan kejadian banjir besar di berbagai wilayah, seperti Sumatera Utara, Jawa Barat, hingga Maluku Utara, dengan dampak yang sangat signifikan terhadap kehidupan masyarakat. Salah satu kejadian yang menonjol adalah banjir akibat Siklon Tropis Robyn yang melanda beberapa provinsi dan mengakibatkan lebih dari 40 korban jiwa[2]. Di Maluku Utara, pada Agustus 2024, banjir besar menyebabkan kerusakan bangunan dan korban jiwa, yang mempertegas urgensi sistem peringatan dini yang efektif dan cepat [3]. Sayangnya, sistem pemantauan banjir konvensional yang ada saat ini masih memiliki keterbatasan, terutama

dalam aspek kecepatan penyampaian informasi, akurasi, serta jangkauan notifikasi[4]. Sebagian besar sistem masih mengandalkan pengamatan manual atau indikator lokal seperti buzzer dan LED, tanpa mekanisme analisis data atau komunikasi digital yang efisien. Perkembangan teknologi, terutama Internet of Things (IoT)[5], telah membuka peluang baru dalam merancang sistem pemantauan lingkungan yang adaptif, cerdas, dan berbasis waktu nyata. IoT merupakan jaringan perangkat fisik yang dilengkapi dengan sensor dan koneksi internet untuk mengumpulkan, memproses, dan mengirimkan data secara otomatis[6]. Dalam konteks mitigasi bencana, teknologi ini dapat diimplementasikan untuk menghubungkan berbagai sensor lingkungan—seperti sensor ultrasonik untuk ketinggian air, DHT11 untuk suhu dan kelembapan, flow sensor untuk aliran air, dan float sensor untuk permukaan air ke dalam sistem yang terpusat melalui mikrokontroler seperti ESP32[7].

Mikrokontroler ESP32 dipilih karena memiliki keunggulan berupa konektivitas WiFi, efisiensi daya, dan kapabilitas pemrosesan data yang mumpuni untuk sistem IoT skala kecil hingga menengah[8]. Data dari sensor-sensor tersebut tidak hanya ditampilkan secara lokal, tetapi juga dikirimkan secara otomatis melalui platform komunikasi digital seperti Telegram untuk memberikan notifikasi real-time kepada pengguna. Integrasi ini memungkinkan masyarakat mendapatkan peringatan dini secara langsung di perangkat seluler mereka, meningkatkan kesiapsiagaan dalam menghadapi potensi banjir[9]. Meskipun sensor-sensor tersebut mampu memberikan indikasi awal terhadap kondisi lingkungan, pengambilan keputusan yang tepat tetap membutuhkan sistem analisis risiko yang objektif dan terstruktur. Oleh karena itu, metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) digunakan dalam penelitian ini. TOPSIS merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang menilai kedekatan setiap alternatif terhadap solusi ideal terbaik dan terburuk[10]. Dengan mempertimbangkan berbagai parameter secara bersamaan, metode ini sangat cocok untuk digunakan dalam konteks mitigasi bencana berbasis data lingkungan[11]. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas metode TOPSIS dalam berbagai studi kasus, seperti seleksi penerima bantuan sosial[12], sistem pendukung keputusan beasiswa, hingga pemilihan varietas tanaman pertanian[13]. Dalam konteks banjir, penerapan TOPSIS memberikan keunggulan dalam mengintegrasikan hasil pembacaan berbagai sensor dan menerjemahkannya ke dalam status risiko yang konkret: *Hujan Berhenti, Perlu Dipantau*, dan *Potensi Banjir*. Sistem ini akan secara otomatis mengaktifkan buzzer dan LED indikator jika status risiko menunjukkan kondisi bahaya, sekaligus mengirimkan peringatan ke Telegram pengguna[14]. Penelitian ini bersifat terapan dan menggunakan pendekatan kuantitatif. Prototipe sistem dikembangkan dalam bentuk miniatur sungai yang dilengkapi dengan seluruh komponen sensor dan mikrokontroler. Data sensor dikumpulkan secara real-time, dianalisis menggunakan metode TOPSIS, dan ditindaklanjuti oleh sistem dengan memberikan notifikasi otomatis jika risiko terdeteksi. Sistem juga merekam seluruh data dalam format file CSV untuk keperluan analisis lanjutan dan audit data. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem peringatan dini potensi banjir yang murah, efisien, dan mudah diadopsi oleh masyarakat di daerah rawan banjir. Dengan integrasi teknologi IoT dan metode TOPSIS[15], sistem ini diharapkan mampu menjawab kebutuhan akan pemantauan lingkungan yang adaptif, berbasis data, dan memberikan respon cepat dalam situasi kritis. Kontribusi penelitian ini tidak hanya terletak pada aspek teknis, tetapi juga pada nilai aplikatif yang tinggi dalam bidang mitigasi bencana berbasis teknologi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pendekatan dan Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian terapan, yaitu jenis penelitian yang bertujuan untuk menerapkan, menguji, dan mengembangkan pengetahuan atau teknologi tertentu agar dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah nyata, khususnya dalam mitigasi bencana banjir. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif, karena penelitian ini berfokus pada pengukuran dan analisis data numerik yang diperoleh dari berbagai sensor lingkungan. Data tersebut mencakup variabel seperti ketinggian air, suhu udara, kelembapan lingkungan, dan kecepatan aliran air. Setiap data yang terekam oleh sistem diproses dan dianalisis secara objektif menggunakan metode pengambilan keputusan TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*).

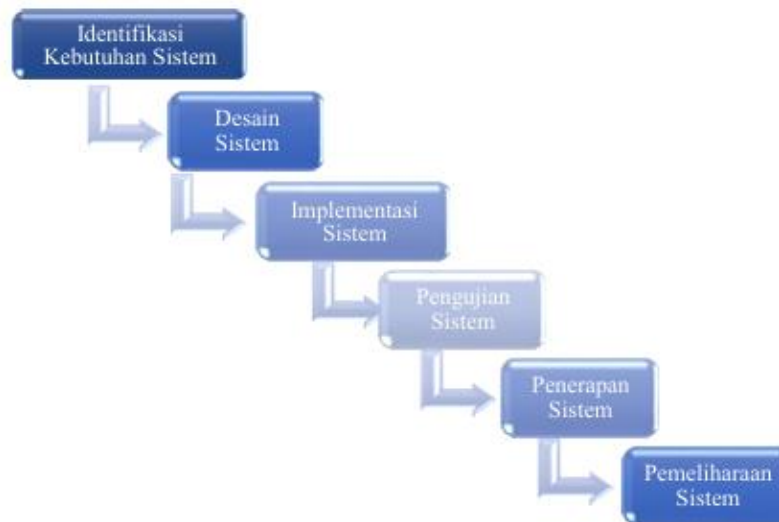
Pendekatan kuantitatif dalam penelitian ini memungkinkan peneliti untuk:

- Melakukan pengukuran objektif terhadap kondisi lingkungan yang terdeteksi melalui sensor.
- Menghasilkan klasifikasi status potensi banjir berdasarkan perhitungan matematis.
- Melakukan validasi hasil prediksi melalui pengujian berulang di lingkungan simulasi.

Dengan pendekatan ini, hasil penelitian dapat diuji secara statistik dan memiliki potensi untuk direplikasi dalam situasi atau wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa.

2.2 Penerapan Perancangan Alat Peringatan Dini Banjir

Tahapan dalam Perancangan alat Peringatan dini Potensi Banjir :



Gambar 1. Struktur Penelitian

2.3 Alat dan Bahan

a. Hardware

Tabel 1. Hardware

NO	Nama Bahan	Jumlah
1.	ESP32	1 pcs
2.	<i>Breadboard</i>	1 pcs
3.	<i>Flow Sensor</i>	1 pcs
4.	<i>Float Sensor</i>	1 pcs
5.	DHT11	1 pcs
6.	Sensor <i>Ultrasonic</i>	1 pcs
7.	Kabel <i>Jumper</i>	Secukupnya
8.	Kabel USB	1 pcs
9.	LED	3 pcs
10.	Buzzer	1 pcs
11.	<i>Project IOT Box</i>	1 pcs
12.	Miniatur Sungai	1 Set

b. Software

Tabel 2. Software

NO	Nama Software	Deskripsi
1.	<i>Arduino IDE</i>	Aplikasi pemrograman yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode ke mikrokontroler ESP32.

2.	Telegram	Antarmuka pemrograman aplikasi dari <i>Telegram</i> yang memungkinkan sistem mengirim notifikasi otomatis ke pengguna.
3.	Python	Digunakan sebagai bahasa pemrograman untuk melakukan perhitungan dan simulasi metode TOPSIS untuk mendapatkan keputusan secara otomatis dan terkomputerisasi
4.	Draw.io	Aplikasi desain skematik dan rangkaian elektronik yang digunakan untuk membuat diagram sistem dan koneksi antar komponen.

2.5 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode TOPSIS, yaitu metode pengambilan keputusan multikriteria yang menilai alternatif berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal terbaik dan terjauh dari solusi terburuk. Data dari sensor dikonversi ke dalam matriks keputusan, di mana setiap sensor berfungsi sebagai kriteria untuk menentukan tingkat risiko banjir.

Tahapan Pengolahan Data dengan Metode TOPSIS :

a. Menentukan Matriks Keputusan

1. Menyusun matriks keputusan berdasarkan alternatif dan kriteria.
2. Setiap elemen menunjukkan nilai alternatif terhadap kriteria tertentu.

b. Normalisasi Matriks Keputusan

1. Melakukan normalisasi dengan menggunakan rumus:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad [1]$$

2. Di mana r_{ij} adalah nilai normalisasi untuk alternatif ke- i dan kriteria ke- j , serta x_{ij} adalah nilai asli dari matriks keputusan.

c. Menentukan Matriks Keputusan Ternormalisasi Tertimbang

1. Mengalikan nilai matriks normalisasi dengan bobot masing-masing kriteria:

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad [2]$$

2. Di mana w_j adalah bobot kriteria ke- j .

d. Menentukan Solusi Ideal Positif dan Solusi Ideal Negatif

1. Solusi ideal positif (A^+) :

$$A^+ (\max y (C1), \max y (C2), \max y (C3)) \quad [3]$$

2. Solusi ideal positif (A^-) :

$$A^- (\max y (C1), \max y (C2), \max y (C3)) \quad [4]$$

e. Menghitung Jarak Alternatif terhadap Solusi Ideal

1. Jarak terhadap solusi ideal positif (D^+) :

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad [5]$$

- Jarak terhadap solusi ideal negatif (D^-) :

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=i}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad [6]$$

f. Menghitung Nilai Preferensi untuk Setiap Alternatif

- Menghitung nilai preferensi dengan rumus :

$$P_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad [7]$$

Tabel 3. Kategori Risiko

Pi	Kategori Risiko
0 – 0.3	Hujan Berhenti
0.31 – 0.6	Perlu dipantau
> 0.6	Potensi Banjir

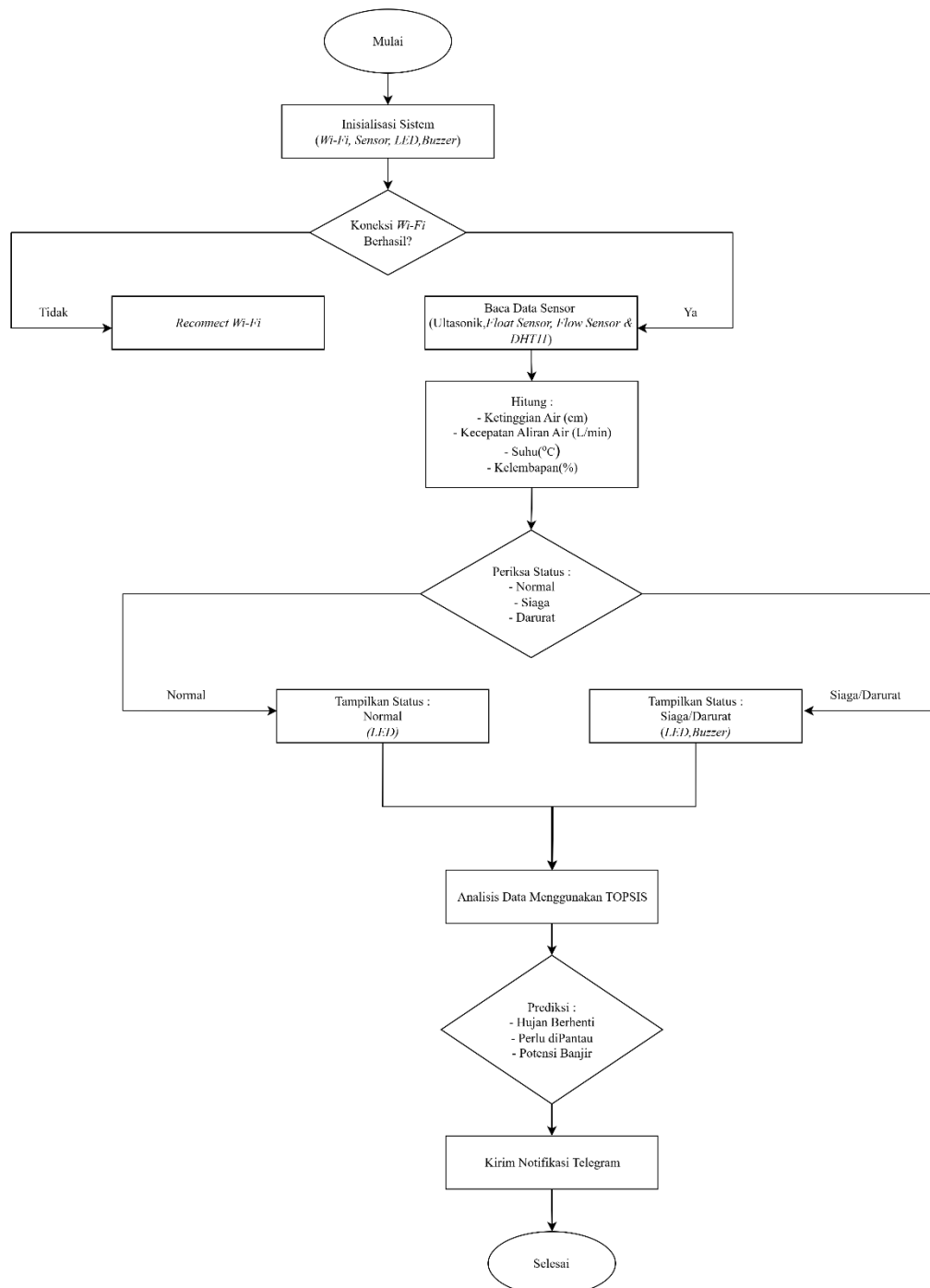
Menentukan Peringkat Alternatif

- Alternatif dengan nilai preferensi (P_i) tertinggi menunjukkan risiko banjir tertinggi dan menjadi prioritas penanganan.
- Sistem mengurutkan semua alternatif berdasarkan nilai P_i dari tertinggi ke terendah.

2.6 Proses Implementasi Alat

Proses perakitan dimulai dengan menghubungkan sensor ultrasonik, DHT11, water flow, dan float ke mikrokontroler ESP32 menggunakan *breadboard* dan *kabel jumper*. Sensor-sensor tersebut berfungsi untuk membaca kondisi lingkungan seperti ketinggian air, Kondisi Cuaca, dan Kecepatan aliran debit air. Setelah perakitan selesai, sistem diprogram melalui *Arduino IDE* untuk membaca data sensor, mengolahnya menggunakan metode TOPSIS, dan mengirim notifikasi melalui *Telegram Bot*. Sistem kemudian diuji pada miniatur sungai untuk memastikan semua komponen berfungsi dan notifikasi terkirim sesuai kondisi.

2.7 Diagram Flowchart Sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem

Gambar 2.1 menggambarkan alur kerja sistem peringatan dini banjir berbasis IoT dengan metode TOPSIS dan notifikasi Telegram. Sistem diawali dengan inisialisasi koneksi Wi-Fi dan aktivasi sensor. Jika koneksi berhasil, sistem membaca data dari sensor ultrasonik, flow, dan float untuk mengukur ketinggian, laju aliran, dan level air. Data ini dianalisis menggunakan metode TOPSIS untuk menentukan tingkat risiko: Hujan Berhenti, Perlu Dipantau, atau Potensi Banjir. Indikator LED dan buzzer menyala sesuai status, dan jika terdeteksi risiko, notifikasi dikirim ke Telegram. Proses ini berlangsung secara berulang dan real-time.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Langkah Uji Coba

Uji coba dilakukan untuk mengukur kinerja sistem dari sisi hardware dan software, serta memastikan fungsi sesuai tujuan desain. Pengujian dilakukan pada prototipe miniatur sungai dengan variasi kondisi lingkungan seperti volume air (150 ml, 300 ml, dan 500 ml), guna mengamati perubahan data sensor (ultrasonik, flow, float, dan DHT11). Data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode TOPSIS untuk menentukan nilai preferensi (P_i) dan status risiko banjir: Hujan Berhenti, Perlu Dipantau, atau Potensi Banjir. Sistem diuji apakah dapat bekerja otomatis dan real-time, termasuk aktivasi LED, buzzer, dan pengiriman notifikasi melalui Telegram. Data sensor yang terbaca akan tersimpan dalam file CSV, kemudian sistem mengambil 10 data terbaru untuk analisis lanjutan menggunakan TOPSIS. Notifikasi akan dikirim otomatis setiap kali terjadi perubahan status risiko. Uji coba ini menilai keakuratan, kestabilan sistem, serta ketepatan respon output terhadap kondisi lingkungan yang berubah.

3.2 Proses Pembuatan Alat Potensi Banjir

Berikut adalah tahapan-tahapan Pembuatan alat Potensi Banjir yaitu :

1. Tahapan awal yaitu mempersiapkan seluruh komponen, seperti ESP32, sensor DHT11, sensor ultrasonik, flow sensor, float sensor, LED, buzzer, kabel jumper, dan breadboard.
2. Pasang sensor DHT11, ultrasonik, Flow Sensor dan float sensor dihubungkan ke pin ESP32 sesuai ketentuan Setiap sensor diuji untuk memastikan berfungsi dengan baik.
3. LED dan buzzer dipasang sebagai output lokal. LED menunjukkan status risiko (normal, siaga, bahaya), sedangkan buzzer aktif saat risiko tinggi dan siaga terdeteksi.
4. Semua komponen dirakit pada media miniatur aliran sungai. Penempatan sensor disesuaikan untuk pembacaan data yang akurat.
5. Menggunakan Arduino IDE, dibuat program untuk membaca data sensor.
6. Proses unggah program ke ESP32 dilakukan dengan menghubungkan perangkat ke laptop menggunakan kabel data, yang sekaligus berfungsi sebagai sumber daya dan jalur komunikasi.
7. Program diunggah ke ESP32 melalui Arduino IDE. Setelah berhasil, sistem mulai berjalan otomatis saat dinyalakan.
8. Dilakukan pengujian menyeluruh untuk memastikan sistem membaca data secara real-time, memprosesnya dengan metode TOPSIS, dan memberikan output sesuai kondisi lingkungan.



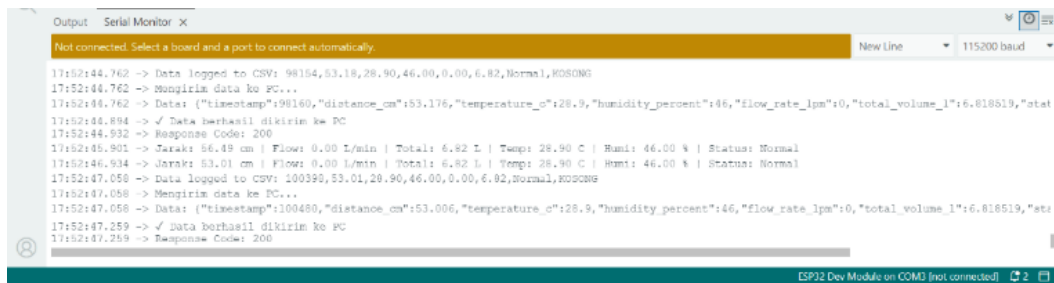
Gambar 2. Perancangan Alat Potensi Banjir



```

setpointdata.h
9 // --- PIN KONFIGURASI ---
10 #define TRIG_PIN 4
11 #define ECHO_PIN 5
12 #define FLOW_SENSOR_PIN 28
13 #define BUZZER_PIN 13
14 #define FLOAT_PIN 18
15
16 #define LED_DEFAULT 2
17 #define LED_RED 19
18 #define LED_YELLOW 21
19 #define LED_GREEN 22
20
21 #define DHTPIN 14
22 #define DHTTYPE DHT11
23 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
24
25 const char* ssid = "Miranda";
26 const char* password = "admiralM";
27
28 volatile int FlowPulseCount = 0;
29 float totalVolume = 0.0;
30 #define BUZZER_INTERVAL 1000;
31 const unsigned long interval = 1000;
32
33 #define STATUS "Normal";
  
```

Gambar 3. Kode Program Alat Sensor



Gambar 4. Hasil Uji Coba Alat Sensor

3.3 Pengoperasian Sistem

Setelah seluruh komponen terpasang dan program berhasil diunggah ke ESP32, sistem siap dijalankan untuk memantau potensi banjir secara otomatis. ESP32 dihubungkan ke sumber daya menggunakan kabel USB dari laptop, adaptor, atau power bank, lalu terkoneksi ke jaringan WiFi sesuai konfigurasi. Saat aktif, ESP32 membaca data secara berkala dari sensor DHT11, sensor ultrasonik, flow sensor, dan float sensor. Berdasarkan data tersebut, sistem langsung mengaktifkan LED dan buzzer sebagai respons awal. LED menunjukkan kondisi lingkungan (normal, siaga, atau bahaya), sementara buzzer berbunyi saat terdeteksi risiko banjir. Setiap data sensor disimpan dalam format CSV secara real-time, lalu dianalisis menggunakan metode TOPSIS untuk menentukan kategori risiko: Hujan Berhenti, Perlu Dipantau, atau Potensi Banjir. Jika terjadi perubahan status, sistem akan otomatis mengirimkan notifikasi ke pengguna melalui Telegram Bot. Dengan alur ini, sistem dapat merespons kondisi secara langsung, menganalisis risiko, dan memberikan peringatan dini tanpa memerlukan intervensi manual.

3.4 Proses Pengujian Sistem

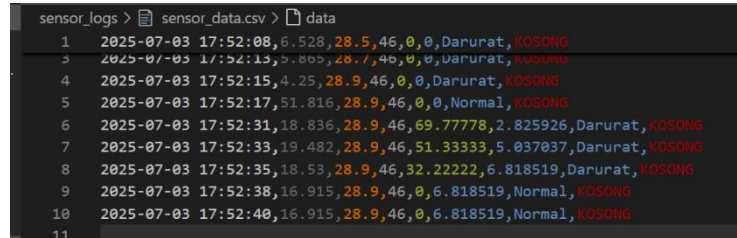
Pengujian dilakukan untuk menilai kinerja sistem dalam mendeteksi potensi banjir secara otomatis berdasarkan data sensor dan analisis metode TOPSIS. Simulasi dilakukan menggunakan miniatur sungai dengan tiga variasi volume air, yaitu 150 ml, 300 ml, dan 500 ml, berfungsi mengamati perubahan kondisi lingkungan seperti tinggi air, suhu, kelembapan, dan debit aliran. Setiap pembacaan sensor disimpan secara otomatis dalam format CSV. Setelah terkumpul 10 data, sistem melakukan analisis menggunakan metode TOPSIS untuk menentukan nilai preferensi dan mengklasifikasikan status risiko menjadi Normal (Hujan Berhenti), Siaga (Perlu Dipantau), atau Bahaya (Potensi Banjir). Sebelum analisis dilakukan, sistem akan memberikan respons awal melalui LED dan buzzer. Setelah hasil TOPSIS diperoleh, notifikasi risiko dikirim secara otomatis ke pengguna melalui Telegram Bot.

3.5 Proses Pengujian Alat

Pengujian pertama dilakukan dengan menuangkan air sebanyak 150 ml, 200ml dan 500ml air ke dalam miniatur sungai untuk mensimulasikan kondisi awal peningkatan volume air. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat bagaimana sistem merespons kondisi air rendah dan mendeteksi perubahan parameter lingkungan secara real-time. Setelah Pegujian dilakukan sistem berhasil membaca dan mencatat data dari seluruh sensor secara real-time melalui Serial Monitor pada Arduino IDE. Nilai-nilai seperti *Timestamp* (Waktu dan tanggal), *Distance* (Jarak ketinggian air),

Temperature (Suhu), *Humidity* (Kelembapan), *FlowRate* (Aliran Air), *TotalVolume* (Total jumlah air), dan *FloatStatus* ditampilkan secara berurutan. Berisi hasil implementasi penerapan metode, ataupun hasil dari pengujian metode.

a. Hasil Pengujian 150ml

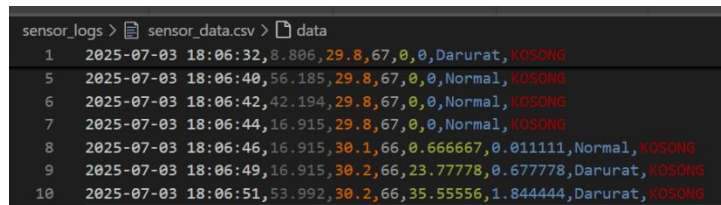


Line	Time	Temp (C)	Humidity (%)	FlowRate (L/min)	TotalVolume (L)	Status
1	2025-07-03 17:52:08	28.5	46.0	0.0	0.0	Darurat, KOSONG
2	2025-07-03 17:52:13	28.7	46.0	0.0	0.0	Darurat, KOSONG
3	2025-07-03 17:52:15	28.9	46.0	0.0	0.0	Darurat, KOSONG
4	2025-07-03 17:52:17	28.9	46.0	0.0	0.0	Normal, KOSONG
5	2025-07-03 17:52:31	28.9	46.0	69.77778	2.825926	Darurat, KOSONG
6	2025-07-03 17:52:33	28.9	46.0	51.33333	5.057037	Darurat, KOSONG
7	2025-07-03 17:52:35	28.9	46.0	32.22222	6.818519	Darurat, KOSONG
8	2025-07-03 17:52:38	28.9	46.0	6.818519	6.818519	Normal, KOSONG
9	2025-07-03 17:52:40	28.9	46.0	6.818519	6.818519	Normal, KOSONG
10	2025-07-03 17:52:40	28.9	46.0	6.818519	6.818519	Normal, KOSONG
11						

Gambar 5. Hasil Uji 150ml

Berdasarkan hasil pembacaan sensor, suhu rata-rata tercatat stabil di sekitar $28.9^{\circ}C$ dan kelembapan konsisten pada 46.0% , menunjukkan tidak ada perubahan lingkungan yang signifikan selama pengujian. Float sensor menunjukkan status "Kosong", menandakan air belum mencapai level pelampung. Namun, *flow rate* dan total volume menunjukkan nilai tinggi pada beberapa titik, seperti $69.77 L/min$ dan $2.83 liter$, yang memicu klasifikasi status *Darurat* sesuai skor TOPSIS. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan merespons potensi banjir secara efektif dan *real-time*.

b. Hasil Pengujian 300ml

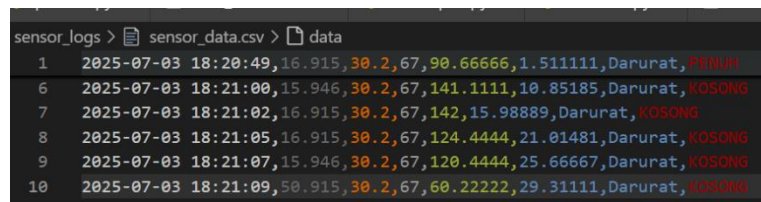


Line	Time	Temp (C)	Humidity (%)	FlowRate (L/min)	TotalVolume (L)	Status
1	2025-07-03 18:06:32	29.8	67.0	0.0	0.0	Darurat, KOSONG
5	2025-07-03 18:06:40	29.8	67.0	0.0	0.0	Normal, KOSONG
6	2025-07-03 18:06:42	29.8	67.0	0.0	0.0	Normal, KOSONG
7	2025-07-03 18:06:44	29.8	67.0	0.0	0.0	Normal, KOSONG
8	2025-07-03 18:06:46	30.1	66.0	0.66667	0.011111	Normal, KOSONG
9	2025-07-03 18:06:49	30.2	66.0	23.77778	0.677778	Darurat, KOSONG
10	2025-07-03 18:06:51	30.2	66.0	35.55556	1.844444	Darurat, KOSONG

Gambar 6. Hasil Uji 300ml

Berdasarkan data sensor yang diperoleh, suhu lingkungan rata-rata tercatat stabil pada angka $29.9^{\circ}C$, sedangkan kelembapan konsisten berada di sekitar 67% . Seluruh data menunjukkan status float sensor *Kosong* yang mengindikasikan bahwa permukaan air belum mencapai batas pelampung. Pada awal pengujian, nilai kecepatan aliran (*flow rate*) dan volume masih nol, namun pada entri berikutnya terdeteksi peningkatan signifikan, seperti *flow rate* sebesar $35.56 L/min$ dan volume $1.84 liter$. Hal ini direspons sistem dengan mengklasifikasikan status sebagai "Darurat". Dari total entri yang diamati, sebagian besar menunjukkan status "Normal", sementara status "Darurat" muncul pada saat terjadi lonjakan aliran air. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali perubahan kondisi lingkungan dan memberikan klasifikasi risiko secara akurat berdasarkan data *real-time*.

c. Hasil Pengujian 500ml



Line	Time	Temp (C)	Humidity (%)	FlowRate (L/min)	TotalVolume (L)	Status
1	2025-07-03 18:20:49	30.2	67.0	90.66666	1.511111	Darurat, PERIHL
6	2025-07-03 18:21:00	30.2	67.0	141.1111	10.85185	Darurat, KOSONG
7	2025-07-03 18:21:02	30.2	67.0	142.0	15.98889	Darurat, KOSONG
8	2025-07-03 18:21:05	30.2	67.0	124.4444	21.01481	Darurat, KOSONG
9	2025-07-03 18:21:07	30.2	67.0	120.4444	25.66667	Darurat, KOSONG
10	2025-07-03 18:21:09	30.2	67.0	60.22222	29.31111	Darurat, KOSONG

Gambar 7. Hasil Uji 500ml

Berdasarkan data sensor yang ditampilkan, seluruh entri menunjukkan status *Darurat*, yang menandakan bahwa sistem secara konsisten mendeteksi kondisi dengan potensi banjir tinggi. Nilai suhu berada stabil di $30.2^{\circ}C$, dan kelembapan tercatat konstan di 67% , memperlihatkan kestabilan parameter lingkungan dari sisi suhu dan kelembapan. Kecepatan aliran air (*flow rate*) dan volume (*total volume*) tercatat tinggi pada semua entri, dengan *flow rate* berkisar antara 60.22 hingga $142.15 L/min$, serta volume mencapai hingga $29.31 liter$, yang secara otomatis mengindikasikan lonjakan debit air signifikan dalam waktu singkat. Hal ini sejalan dengan status darurat yang dihasilkan sistem. Status

float sensor sebagian besar menunjukkan *Kosong*, kecuali satu entri yang mencatat *Penuh*, yang menunjukkan bahwa pada saat tersebut air telah mencapai batas atas pelampung, menguatkan kondisi darurat.

3.5.1 Pengujian Sistem dan Prediksi Topsis

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem dapat membaca data sensor secara real-time, menyimpannya dalam file CSV, dan menganalisisnya menggunakan metode TOPSIS secara otomatis. Sensor yang digunakan meliputi DHT11 (suhu & kelembapan), ultrasonik (ketinggian air), flow sensor (debit & volume), dan float sensor (status permukaan). Data ditampilkan di Serial Monitor dan disimpan dalam sensor_data.csv. Setelah 10 data terkumpul, sistem menghitung nilai preferensi (P) dan menentukan status risiko banjir dari hasil TOPSIS berdasarkan entri terbaru.

Tabel 4. Hasil Uji Analisis TOPSIS

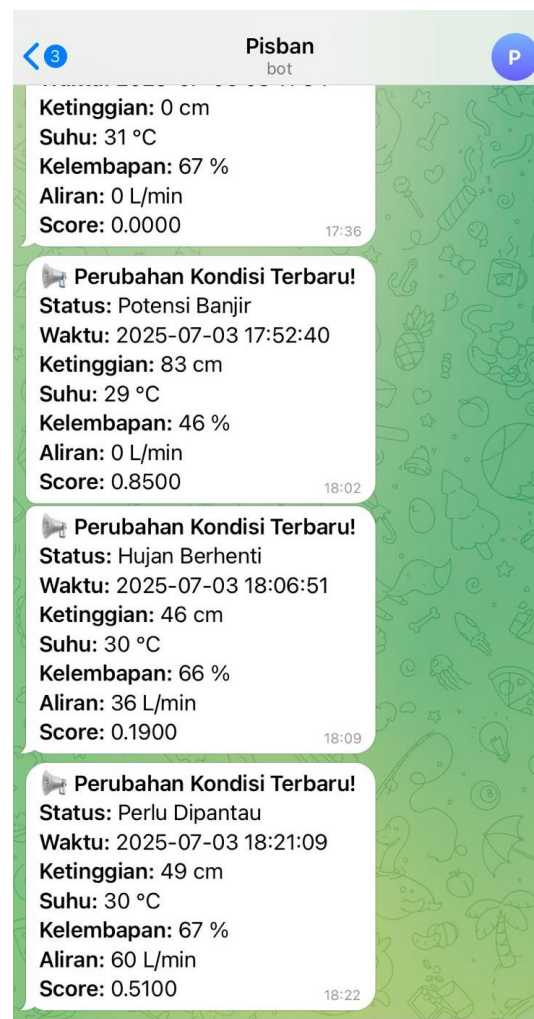
Volume Air	Ketinggian Air	Suhu	Kelembapan	Aliran Air	Score	Status
150ml	83.0 cm	29.0 °C	46.0%	0.00 l/min	0.8500	Potensi Banjir
300ml	46.0 cm	30.0 °C	66.0%	36.00 l/min	0.1900	Hujan telah Berhenti
500ml	49.0 cm	30.0 °C	67.0%	60.00 l/min	0.5100	Perlu diPantau

Berdasarkan hasil tabel pengujian yang menggunakan variasi volume air (150 ml, 300 ml, dan 500 ml), sistem menunjukkan respons yang konsisten dan sesuai dengan kategori risiko yang telah ditentukan oleh metode TOPSIS. **Pada volume 150 ml**, meskipun aliran air terdeteksi 0.00 L/min, nilai ketinggian air yang sangat tinggi (83 cm) memicu skor TOPSIS sebesar 0.8500 yang diklasifikasikan sebagai Potensi Banjir. Hal ini menandakan bahwa ketinggian air merupakan indikator dominan dalam kondisi tersebut. Sebaliknya, **pada volume 300 ml**, meskipun debit air meningkat hingga 36.00 L/min, skor TOPSIS menurun drastis menjadi 0.1900 dan menghasilkan status Hujan Telah Berhenti. Hal ini disebabkan oleh menurunnya ketinggian air ke 46.0 cm dan suhu yang lebih stabil, yang menyebabkan sistem menganggap kondisi tidak kritis. **Pada volume 500 ml**, meskipun aliran air tercatat 60.00 L/min, nilai skor TOPSIS yang didapat adalah 0.5100 yang dikategorikan sebagai Perlu Dipantau. Ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali kondisi antara stabil dan rawan secara akurat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem prediksi yang dibangun mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan tingkat risiko potensi banjir secara akurat berdasarkan kombinasi data sensor, dan metode TOPSIS berhasil menjalankan fungsinya dalam pengambilan keputusan otomatis.

3.5.2 Tampilan Notifikasi Telegram

Pesan yang dikirimkan mencakup informasi lengkap meliputi:

- Waktu kejadian (timestamp)
- Nilai skor TOPSIS
- Kategori status (Hujan Berhenti, Perlu Dipantau, atau Potensi Banjir)
- Data sensor pendukung seperti ketinggian air, suhu, kelembapan, dan aliran air.



Gambar 8. Notifikasi Telegram

Pesan dikirim secara *real-time* ke dalam file csv dan hanya muncul ketika ada perubahan status dari data sebelumnya. Jika tidak ada perubahan status, sistem akan tetap siaga dan tidak mengirimkan pesan apapun, guna menghindari spam yang berlebihan. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk mendapatkan informasi terkini terkait kondisi lingkungan secara langsung, sehingga dapat melakukan tindakan cepat jika risiko banjir terdeteksi meningkat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem peringatan dini potensi banjir yang dikembangkan telah berfungsi secara optimal sesuai dengan perancangan dan mampu memberikan informasi kondisi lingkungan secara *real-time*. Sistem berhasil membaca dan mengolah data dari berbagai sensor, yaitu sensor ketinggian air (ultrasonik), sensor suhu dan kelembapan (DHT11), sensor aliran air (flow sensor), serta sensor pelampung (float switch), secara akurat dan berkelanjutan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode TOPSIS yang terbukti efektif dalam menentukan tingkat risiko banjir berdasarkan parameter-parameter yang diukur. Sistem mampu mengklasifikasikan kondisi lingkungan ke dalam tiga kategori utama, yaitu Hujan Berhenti, Perlu Dipantau, dan Potensi Banjir. Ketika nilai preferensi (P_i) yang dihitung melebihi ambang batas 0.6, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui Telegram dan mengaktifkan peringatan lokal berupa buzzer dan LED sesuai status risiko. Evaluasi sistem menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja secara sinergis dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan, membuktikan bahwa sistem ini layak digunakan sebagai solusi mitigasi bencana yang cepat, akurat, dan efisien.

REFERENCES

- [1] S. Suhardono, M. R. N. Sagara, and I. W. K. Suryawan, "Sistem Peringatan Dini untuk Banjir Rob dan Sampah Laut: Analisis SWOT," *J Mar Res*, vol. 13, no. 3, pp. 419–427, Aug. 2024, doi: 10.14710/jmr.v13i3.40850.

- [2] Binsar Bakkara, "Rescuers recover 20 bodies from flash floods and landslides on Indonesia's Sumatra island," <https://apnews.com/article/indonesia-north-sumatra-flash-floods-landslide-6388a36ab374b62a8d130439ea83e7ba>. Accessed: Mar. 14, 2025. [Online]. Available: <https://apnews.com/article/indonesia-north-sumatra-flash-floods-landslide-6388a36ab374b62a8d130439ea83e7ba>
- [3] Reuters, "Floods kill 13 in Indonesia's North Maluku, two injured," http://reuters.com/world/asia-pacific/floods-kill-7-indonesias-north-maluku-some-missing-2024-08-25/?utm_source=chatgpt.com.
- [4] A. Kumar Shandilya, J. Sathish Kuamr, and J. Sathish Kumar, "Multi-Agent Systems using UAV's for Surveillance in the Disaster Management," 2023, doi: 10.21203/rs.3.rs-3134191/v1.
- [5] Ayu Syahfitri, "Internet of Things (IoT), Sejarah, Teknologi, dan Penerapannya," *Uranus : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 113–120, Jan. 2025, doi: 10.61132/uranus.v3i1.667.
- [6] A. Selay *et al.*, "INTERNET OF THINGS," 2022.
- [7] S. P. Snyders, S. A. Wibowo, and M. Orisa, "Aplikasi Penentuan Susu Formula Untuk Bayi Baru Lahir Menggunakan Metode Topsis Berbasis Web," 2024.
- [8] Z. Efendy, R. Rahimullaily, and V. N. Aini, "Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode TOPSIS Berbasis Aplikasi (Studi kasus Keluarga Miskin di Kelurahan Mata Air Kecamatan Padang Selatan)," *remik*, vol. 7, no. 1, pp. 142–156, Jan. 2023, doi: 10.33395/remik.v7i1.11971.
- [9] Y. H. Mubarak, C. Rahmat Hidayat, and Y. Sumaryana, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Varietas Bibit Padi Unggul Menggunakan Metode TOPSIS (Studi Kasus : BPP Cibereum Kota Tasikmalaya) Decision Support System For Selecting Superior Rice Seed Varieties Using The TOPSIS Method (Case Study: BPP Cibereum Tasikmalaya City)," vol. 2024, no. 1, pp. 61–72, doi: 10.51132/teknologika.v14i1.
- [10] A. M. Sabran and U. Suwardoyo, "Prototipe Notifikasi Banjir Berbasis IoT," 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/sylog>
- [11] L. Noviyanti, J. Raya Dompok, K. Bukit Bestari, K. Tanjung Pinang, and K. Riau, "Pemanfaatan Aplikasi Telegram Sebagai Platform Bisnis Digital : Perspektif Pelajar Sebagai Pengguna Aktif Telegram," *Jurnal Bisnis Kreatif dan Inovatif*, vol. 1, no. 4, 2024, doi: 10.61132/jubikin.v1i4.409.
- [12] Niniek Karmini and Rangga Firmansyah, "Landslides and flash floods hit Indonesia's Java island, leaving 10 dead and 2 missing," <https://apnews.com/article/indonesia-west-java-rain-landslide-flash-floods-cd3ea5fb6ae47b53aa87ba307c73a4c3>.
- [13] D. R. Setiadi, E. R. Dalimunthe, N. U. Putri, and A. Zain, "Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Pada Prototipe Pendeteksi Banjir," 2024.
- [14] M. Zikri, D. Setiawan, F. Rizky Sistem Komputer, and S. Triguna Dharma, "Sistem Kendali Aktuator Microwave Point To Point Menggunakan Teknik Half-Duplex Berbasis Mikrokontroler," Online, 2020. [Online]. Available: <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- [15] N. Rahmansyah, S. Kom, M. Kom, and S. A. Lusinia, *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan*. 2021. [Online]. Available: <http://jurnal.pustakagalerimandiri.co.id>