

KATEGORI ARDUINO SMP-SMA
USULAN CODERO NATIONAL COMPETITION
SIMANTAB: SISTEM MONITORING DAN TANGGAP BENCANA BANJIR



Diusulkan oleh:

Abiyu Zada Abinaya (Ketua)

Aria Agung Jati (Anggota)

Dharmestha Ainandhira Wijaya (Anggota)

SMA NEGERI 9 YOGYAKARTA

OKTOBER 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan proposal CODERO NATIONAL COMPETITION 2025 Kategori Arduino SMP-SMA dapat diselesaikan dengan baik. Proposal ini disusun sebagai salah satu syarat pendaftaran kompetisi yang diselenggarakan oleh panitia.

Kegiatan ini merupakan wadah inovasi dan kreativitas bagi siswa untuk mengembangkan solusi teknologi berbasis Arduino. Kompetisi ini ditujukan untuk menumbuhkembangkan ide-ide cemerlang siswa dalam menghadapi tantangan teknologi masa kini, terutama dalam bidang *Smart Farming, Global Warming, Smart Mitigation, dan Sustainable Future*.

Siswa SMA Negeri 9 Yogyakarta turut serta berpartisipasi untuk mengembangkan inovasi dan kreativitasnya dalam kompetisi tersebut. Kegiatan ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan para siswa, baik dalam hal akademik maupun non-akademik. Sebagai bentuk partisipasi, Tim Rex-Tech dari SMA Negeri 9 Yogyakarta mengirimkan proposal yang berisi konsep dan desain proyek yang telah ditetapkan oleh panitia. Dengan dibuatnya proposal ini, kami berharap dapat memberikan kontribusi melalui karya inovasi teknologi yang bermanfaat.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih atas perhatian yang diberikan terhadap proposal ini. Kami menyadari bahwa proposal ini masih banyak kekurangan, maka kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga proposal ini dapat menjadi bagian dari “Karya Inovasi dan Kreativitas Siswa”.

Yogyakarta, Oktober 2025

Tim Rex-Tech

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI.....	3
DAFTAR GAMBAR	4
BAB I.....	5
PENDAHULUAN	5
A. Latar Belakang	5
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Batasan Masalah	6
D. Tujuan	7
BAB II.....	8
KONSEP DAN INOVASI SISTEM	8
A. Konsep Dasar	8
B. Arsitektur dan Alur Kerja Sistem.....	8
C. Inovasi dan Solusi yang Ditawarkan.....	10
BAB III	12
DESAIN DAN SKEMATIK	12
A. Desain Miniatur	12
B. Skematik dan Kode Program	14
BAB IV	21
PENUTUP.....	21
A. Kesimpulan	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Flowchart Pengolahan Data	9
Gambar 2. Flowchart Diseminasi Informasi dan Aksi (Blynk)	9
Gambar 3. Flowchart Diseminasi Informasi dan Aksi (Bot Telegram)	9
Gambar 4. Sketsa Awal Miniatur	12
Gambar 5. Hasil Miniatur Tampak Depan	13
Gambar 6. Hasil Miniatur Tampak Isometri	13
Gambar 7. Skematik Rangkaian	14

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia, sebagai negara kepulauan yang terletak di antara dua samudra dan dua benua, memiliki kondisi geografis dan iklim yang kompleks. Salah satu dampak dari kondisi ini adalah tingginya curah hujan yang sering kali menyebabkan bencana alam hidrometeorologi, terutama banjir. Banjir tidak hanya terjadi di kota-kota besar, tetapi juga di daerah-daerah yang dilintasi oleh aliran sungai besar. Dampak yang ditimbulkan sangat merugikan, mulai dari kerugian material seperti kerusakan rumah dan infrastruktur, hinggaancaman keselamatan jiwa.

Sistem peringatan dini banjir yang ada saat ini sering kali masih bersifat konvensional dan memiliki beberapa kelemahan. Informasi terkadang lambat sampai ke masyarakat, tidak menjangkau seluruh warga yang berisiko, dan sering kali bersifat satu arah. Keterlambatan informasi ini mengurangi waktu yang dimiliki warga untuk melakukan evakuasi mandiri atau mengamankan harta benda, sehingga meningkatkan risiko dan kerugian.

Di era Revolusi Industri 4.0, teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. IoT memungkinkan berbagai perangkat sensor untuk saling terhubung melalui internet, mengirimkan data secara *real-time*, dan memicu aksi secara otomatis. Dengan memanfaatkan sensor hujan dan sensor ultrasonik untuk memantau cuaca serta ketinggian air sungai, kita dapat membangun sebuah sistem mitigasi bencana yang cerdas, cepat, dan akurat.

Oleh karena itu, kami mengusulkan sebuah inovasi berjudul "SIMANTAB: Sistem Monitoring dan Tanggap Bencana Banjir". Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan dini secara semi-*real-time* kepada masyarakat melalui bot Telegram yang mudah diakses, serta menyediakan dasbor pemantauan *real-time* bagi operator atau petugas terkait melalui aplikasi Blynk. Adanya tombol darurat virtual juga memungkinkan operator untuk menyebarkan perintah evakuasi terpusat dengan lebih cepat dan efisien, sehingga dapat meminimalkan dampak buruk dari bencana banjir.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian dan pengembangan proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun prototipe sistem deteksi dini banjir yang mampu mendeteksi cuaca dan ketinggian air sungai secara akurat menggunakan sensor hujan dan sensor ultrasonik?
2. Bagaimana mengintegrasikan data dari sensor ke dalam sebuah platform notifikasi berbasis bot Telegram agar informasi peringatan dapat diterima oleh masyarakat luas secara cepat?
3. Bagaimana membuat sebuah sistem pemantauan (monitoring) secara *real-time* bagi operator menggunakan platform Blynk yang dilengkapi dengan tombol darurat virtual untuk koordinasi evakuasi?

C. Batasan Masalah

Agar penelitian dan pengembangan proyek ini lebih terfokus dan sesuai dengan tujuan, maka ruang lingkup masalah dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32, sensor hujan, dan sensor ultrasonik HC-SR04.
2. Platform perangkat lunak (*software*) yang digunakan adalah Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler, Bot API Telegram untuk sistem notifikasi publik, dan platform Blynk untuk dasbor pemantauan operator.
3. Sistem ini merupakan sebuah prototipe yang diuji coba pada miniatur lingkungan sekitar sungai buatan, bukan pada lingkungan sungai yang sebenarnya.
4. Proyek ini berfokus pada sistem peringatan dini (*early warning system*) dan penyebaran informasi, bukan pada sistem penanggulangan fisik bencana banjir seperti pembuatan tanggul atau pintu air otomatis.
5. Konektivitas sistem bergantung sepenuhnya pada jaringan internet (Wi-Fi) untuk dapat mengirimkan data ke server Telegram dan Blynk.

D. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian dan pengembangan proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sebuah prototipe sistem mitigasi banjir berbasis IoT yang mampu mendeteksi potensi banjir berdasarkan parameter curah hujan dan ketinggian air.
2. Mengintegrasikan prototipe dengan bot Telegram sebagai media penyebaran informasi dan peringatan dini kepada masyarakat di sekitar lokasi rawan banjir.
3. Menciptakan dasbor pemantauan (*monitoring dashboard*) yang informatif dan *real-time* bagi operator melalui aplikasi Blynk, serta mengimplementasikan fungsi tombol darurat untuk mempercepat proses perintah evakuasi.

BAB II

KONSEP DAN INOVASI SISTEM

A. Konsep Dasar

Konsep utama SIMANTAB adalah menciptakan sebuah Ekosistem Mitigasi Bencana Banjir yang Terintegrasi dan Komunikatif. Sistem ini tidak dirancang sebagai alat pendeksi pasif semata, melainkan sebagai jembatan informasi aktif yang menghubungkan data lingkungan secara *real-time* dengan para pemangku kepentingan utama: operator/petugas tanggap bencana dan masyarakat yang berisiko terdampak.

SIMANTAB bekerja dengan prinsip otomasi pemantauan kondisi vital sungai (ketinggian air dan curah hujan) menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Data mentah yang ditangkap oleh sensor diolah menjadi informasi yang bermakna dan disajikan dalam dua format berbeda yang disesuaikan dengan kebutuhan penggunaanya. Tujuannya adalah mempercepat alur informasi dari deteksi ancaman hingga aksi penyelamatan, sehingga memberikan waktu yang lebih berharga bagi masyarakat untuk melakukan evakuasi dan bagi petugas untuk melakukan koordinasi.

B. Arsitektur dan Alur Kerja Sistem

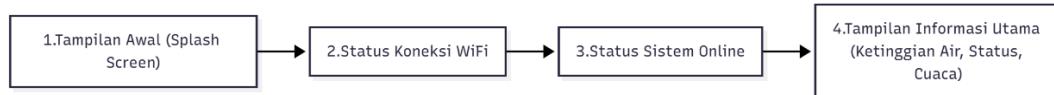
Arsitektur SIMANTAB dirancang dalam tiga lapisan fungsional yang saling terhubung untuk memastikan alur data berjalan lancar dan andal.

1. Lapisan Input (Pengumpulan Data)

Perangkat: Terdiri dari sensor ultrasonik (pengukur ketinggian air), sensor hujan (pendeksi cuaca), dan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama.

Alur kerja: Sensor ultrasonik dan sensor hujan secara terus-menerus mengukur kondisi lingkungan. Data analog dan digital dari kedua sensor ini dibaca dan diproses oleh mikrokontroler ESP32.

2. Lapisan Proses (Pengolahan Data)



Gambar 1. Flowchart Pengolahan Data

Perangkat: Mikrokontroler ESP32.

Alur kerja: Di dalam ESP32, data mentah diolah menggunakan logika terprogram untuk menentukan status siaga banjir (misalnya: NORMAL, SIAGA, BAHAYA). Setelah status ditentukan, ESP32 menggunakan modul Wi-Fi internalnya untuk terhubung ke internet dan mengirimkan data tersebut ke lapisan output.

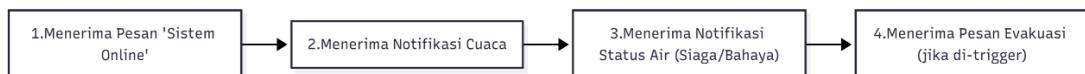
3. Lapisan Output (Diseminasi Informasi dan Aksi)



Gambar 2. Flowchart Diseminasi Informasi dan Aksi (Blynk)

Platform: Blynk

Alur kerja: Data yang dikirim oleh ESP32 diterima dan ditampilkan sebagai dasbor pemantauan *real-time* yang berisi grafik tren ketinggian air, status curah hujan, dan metrik penting lainnya. Operator dapat menganalisis data ini untuk pengambilan keputusan.



Gambar 3. Flowchart Diseminasi Informasi dan Aksi (Bot Telegram)

Platform: Bot Telegram

Alur kerja: Mengirim data oleh ESP32 ketika terjadi perubahan status siaga (misalnya dari NORMAL ke SIAGA), sistem secara otomatis memicu Bot Telegram untuk mengirimkan pesan peringatan ke grup warga yang telah ditentukan.

C. Inovasi dan Solusi yang Ditawarkan

SIMANTAB menawarkan beberapa inovasi kunci yang menjadi solusi langsung atas permasalahan yang diuraikan pada Bab 1.

1. Sistem Informasi Dua Kanal (*Dual-Channel System*)

SIMANTAB memisahkan platform informasi untuk operator (Blynk) dan masyarakat (Telegram). Operator mendapatkan data teknis yang detail dan *real-time* untuk analisis, sementara masyarakat menerima notifikasi yang sederhana, jelas, dan fokus pada tindakan yang perlu dilakukan. Sistem ini dapat mengatasi masalah informasi yang tidak relevan. Masyarakat tidak dibanjiri data teknis yang membingungkan, dan operator memiliki pusat data yang komprehensif. Ini memastikan setiap pihak menerima informasi yang tepat guna sesuai perannya.

2. Pusat Kendali Aktif dengan Tombol Tanggap Darurat

Platform Blynk tidak hanya untuk memantau, tetapi juga untuk bertindak. Adanya tombol darurat virtual memungkinkan operator yang berwenang untuk menyebarkan perintah evakuasi terpusat ke seluruh kanal komunikasi (termasuk Bot Telegram) hanya dengan satu kali klik. Hal tersebut bertujuan untuk mengatasi masalah keterlambatan koordinasi evakuasi. Fitur ini memotong rantai birokrasi yang panjang dan memungkinkan respons darurat yang jauh lebih cepat dan terkoordinasi, mengurangi kepanikan dan kesalahan informasi.

3. Pemanfaatan Platform Komunikasi Publik yang Modern

Penggunaan Bot Telegram sebagai media notifikasi publik adalah pilihan strategis. Telegram sudah sangat umum digunakan, gratis, dan mampu menyebarkan pesan ke ribuan anggota grup secara instan. Bot juga dapat diprogram untuk interaksi dua arah (misalnya, warga bisa menanyakan status air terkini). Bot telegram dapat mengatasi keterbatasan jangkauan dan efektivitas sistem peringatan konvensional (seperti sirine atau pengumuman manual). SIMANTAB memastikan informasi peringatan sampai langsung ke gawai pribadi setiap warga yang tergabung dalam grup.

4. Arsitektur Berbiaya Rendah dan Mudah Direplikasi

Sistem ini dibangun menggunakan komponen elektronik yang terjangkau dan mudah didapatkan, seperti ESP32 dan sensor-sensor umum. Hal ini membuat biaya produksi prototipe sangat rendah. Alternatif sistem peringatan dini yang ekonomis bagi daerah-daerah dengan anggaran terbatas. Sifatnya yang *scalable* memungkinkan sistem ini untuk dipasang di banyak titik rawan banjir tanpa memerlukan investasi infrastruktur yang masif.

BAB III

DESAIN DAN SKEMATIK

A. Desain Miniatur

1. Sketsa Awal Miniatur



Gambar 4. Sketsa Awal Miniatur

Desain awal miniatur ini dirancang sebagai sebuah diorama interaktif yang merepresentasikan pemukiman di area rawan banjir. Konsep utamanya adalah membangun sebuah sistem peringatan dini yang fungsional dengan menempatkan sensor hujan di atap rumah untuk mendeteksi cuaca cerah atau hujan sebagai pemicu awal. Ketinggian air disimulasikan menggunakan "box air" yang tersembunyi di bawah permukaan, di mana kenaikan levelnya akan dipantau oleh sensor ultrasonik. Sebagai respons, sistem akan memberikan dua jenis peringatan: peringatan visual berupa lampu LED yang ditempatkan di atas atap posko pemantauan agar terlihat dari jauh, serta informasi status yang lebih detail dan terukur melalui layar LCD. Seluruh komponen elektronik utama akan ditempatkan di dalam struktur bukit untuk menjaga estetika dan kerapian miniatur, sehingga menghasilkan sebuah prototipe yang tidak hanya fungsional tetapi juga informatif secara visual.

2. Hasil Sketsa



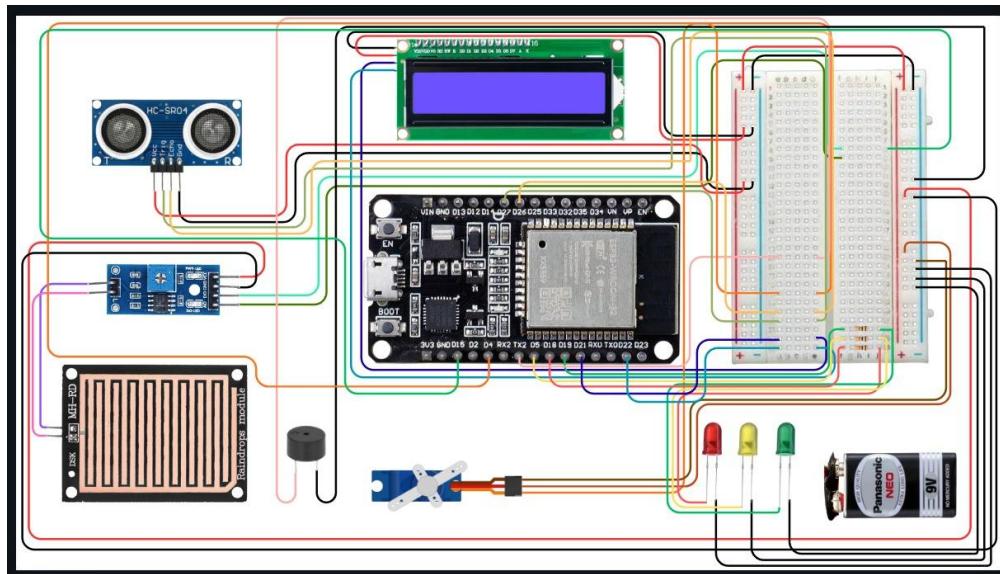
Gambar 5. Hasil Miniatur Tampak Depan



Gambar 6. Hasil Miniatur Tampak Isometri

B. Skematik dan Kode Program

1. Skematik



Gambar 7. Skematik Rangkaian

2. Kode Program

```
// -- DEFINISI UNTUK BLYNK --
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "" // Ganti dengan Template ID Anda dari Blynk
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME ""
#define BLYNK_AUTH_TOKEN ""
#define BLYNK_PRINT Serial

// -- LIBRARIES --
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <ESP32Servo.h>

// --- PENGATURAN KONEKSI ---
const char* WIFI_SSID = "OMAH AZEL";
const char* WIFI_PASSWORD = "azelia545177";
```

```

#define BOT_TOKEN ""
#define CHAT_ID ""

// --- OBJEK BOT & CLIENT ---
WiFiClientSecure client;
UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, client);

// --- PENGATURAN INTERVAL CEK PESAN TELEGRAM ---
unsigned long botLastTime;
int botRequestDelay = 1000;

// --- Pengaturan Pin Sensor & LCD ---
const int TRIG_PIN = 27;
const int ECHO_PIN = 26;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

// --- Pengaturan Pin Indikator & Aktuator ---
const int LED_HIJAU_PIN = 19;
const int LED_KUNING_PIN = 5;
const int LED_MERAH_PIN = 18;
const int BUZZER_PIN = 2;
const int SERVO_PIN = 4;
const int RAIN_SENSOR_PIN = 15;

// --- Pengaturan Level Ketinggian Air ---
const int JARAK_MAKSIMAL_CM = 12;
const int LEVEL_NORMAL_MAX = 7;
const int LEVEL_SIAGA_MAX = 9;

// --- Objek Servo ---
Servo servoPintuAir;

// --- Variabel Global ---
long durasi;
int jarakCm;
int levelAirCm;
int statusHujan;
String statusTerakhir = "";
String statusSaatIni = "";
String cuacaSaatIni = "";

```

```

String cuacaTerakhir = "";

// --- FUNGSI UNTUK MENANGANI PERINTAH DARI BOT TELEGRAM ---
void handleNewMessages(int numNewMessages) {
    for (int i = 0; i < numNewMessages; i++) {
        String text = bot.messages[i].text;
        String chat_id = bot.messages[i].chat_id;

        if (text == "/start") {
            bot.sendMessage(chat_id, "Halo! Bot monitor ketinggian air aktif.\nKirim /status untuk cek kondisi terakhir. 📲 ", "");
        }

        if (text == "/status") {
            String statusMessage = "📊 **Kondisi Terkini**\n\n";
            statusMessage += "💧 **Tinggi Air:** " + String(levelAirCm) + " cm\n";
            statusMessage += "🔔 **Status Level:** " + statusSaatIni + "\n";
            statusMessage += "☁️ **Cuaca:** " + cuacaSaatIni;
            bot.sendMessage(chat_id, statusMessage, "Markdown");
        }
    }
}

// --- FUNGSI BLYNK: TOMBOL EVAKUASI VIRTUAL (V1) ---
BLYNK_WRITE(V1) {
    int pinValue = param.asInt();
    if (pinValue == 1) {
        Serial.println("Tombol Evakuasi Blynk Ditekan!");
        String message = "⚠️ **PERINTAH EVAKUASI (via Blynk)** ⚠️\n\n";
        message += "Tombol darurat telah ditekan dari aplikasi.\n";
        message += "Harap segera lakukan evakuasi ke tempat yang lebih aman!";
        bot.sendMessage(CHAT_ID, message, "Markdown");
    }
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    // Inisialisasi komponen fisik
}

```

```

pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
pinMode(LED_HIJAU_PIN, OUTPUT);
pinMode(LED_KUNING_PIN, OUTPUT);
pinMode(LED_MERAH_PIN, OUTPUT);
pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
pinMode(RAIN_SENSOR_PIN, INPUT);
servoPintuAir.attach(SERVO_PIN);
servoPintuAir.write(0);
lcd.init();
lcd.backlight();

// Koneksi WiFi & Blynk
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Connecting WiFi");
Serial.println("Connecting WiFi...");

WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500); Serial.print("."); lcd.print(".");
}

Serial.println("\nWiFi Connected! Connecting to Blynk...");
Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Online!");

client.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT);
bot.sendMessage(CHAT_ID, " ✅ Perangkat Mitigasi Banjir Online!", "");
delay(2000);
lcd.clear();
}

void loop() {
    Blynk.run();

    if (millis() > botLastTime + botRequestDelay) {
        int numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);
    }
}

```

```

while (numNewMessages) {
    handleNewMessages(numNewMessages);
    numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);
}
botLastTime = millis();
}

// --- LOGIKA SENSOR & AKTUATOR ---
digitalWrite(TRIG_PIN, LOW); delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH); delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
durasi = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
jarakCm = durasi * 0.034 / 2;
levelAirCm = JARAK_MAKSIMAL_CM - jarakCm;

if (levelAirCm < 0) levelAirCm = 0;
if (levelAirCm > JARAK_MAKSIMAL_CM) levelAirCm =
JARAK_MAKSIMAL_CM;

Blynk.virtualWrite(V0, levelAirCm);

statusHujan = digitalRead(RAIN_SENSOR_PIN);
lcd.setCursor(9, 0);
if (statusHujan == LOW) {
    servoPintuAir.write(90);
    lcd.print("| Hujan");
    cuacaSaatIni = "Hujan 🌧";
} else {
    servoPintuAir.write(0);
    lcd.print("| Cerah");
    cuacaSaatIni = "Cerah ☀️";
}

if (cuacaSaatIni != cuacaTerakhir) {
    Blynk.logEvent("cuaca_update", "Cuaca saat ini: " + cuacaSaatIni);
    Blynk.virtualWrite(V2, cuacaSaatIni);
    cuacaTerakhir = cuacaSaatIni;
    Serial.println("Mengirim notifikasi cuaca ke Blynk.");
}

```

```

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Air: ");
lcd.print(levelAirCm);
lcd.print("cm ");

// --- LOGIKA INDIKATOR (LED & BUZZER) & DISPLAY LCD ---
if (levelAirCm > LEVEL_SIAGA_MAX) {
    statusSaatIni = "BAHAYA 🔴";
    lcd.setCursor(0, 1); // -- DIKEMBALIKAN --
    lcd.print("Status: BAHAYA "); // -- DIKEMBALIKAN --
    digitalWrite(LED_MERAH_PIN, HIGH);
    digitalWrite(LED_KUNING_PIN, LOW);
    digitalWrite(LED_HIJAU_PIN, LOW);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
} else if (levelAirCm > LEVEL_NORMAL_MAX) {
    statusSaatIni = "SIAGA 🟡";
    lcd.setCursor(0, 1); // -- DIKEMBALIKAN --
    lcd.print("Status: SIAGA "); // -- DIKEMBALIKAN --
    digitalWrite(LED_KUNING_PIN, HIGH);
    digitalWrite(LED_MERAH_PIN, LOW);
    digitalWrite(LED_HIJAU_PIN, LOW);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
    delay(150);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
} else {
    statusSaatIni = "NORMAL 🟢";
    lcd.setCursor(0, 1); // -- DIKEMBALIKAN --
    lcd.print("Status: NORMAL "); // -- DIKEMBALIKAN --
    digitalWrite(LED_HIJAU_PIN, HIGH);
    digitalWrite(LED_KUNING_PIN, LOW);
    digitalWrite(LED_MERAH_PIN, LOW);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
}

// Kirim notifikasi Telegram JIKA status level air berubah
if (statusSaatIni != statusTerakhir) {
    String message = "⚠ **PERUBAHAN STATUS** ⚠ \n\n";
    message += "Status baru: **" + statusSaatIni + "**\n";
    message += "Ketinggian Air: " + String(levelAirCm) + " cm\n";
    message += "Cuaca: " + cuacaSaatIni;
}

```

```
bot.sendMessage(CHAT_ID, message, "Markdown");
statusTerakhir = statusSaatIni;
}
}
```

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan rancang bangun dan konsep yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe SIMANTAB (Sistem Monitoring dan Tanggap Bencana Banjir) telah berhasil dirancang dan dibangun sebagai sebuah sistem peringatan dini banjir berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini mampu memonitor parameter krusial seperti curah hujan dan ketinggian air secara akurat menggunakan sensor hujan dan sensor ultrasonik yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32.
2. Sistem ini berhasil mengimplementasikan arsitektur informasi dua kanal (*dual-channel*) yang efektif. Notifikasi peringatan dini bagi masyarakat berhasil didistribusikan secara cepat dan masif melalui platform Bot Telegram , sementara pemantauan data teknis secara *real-time* bagi operator dapat dilakukan melalui dasbor visual pada aplikasi Blynk.
3. Inovasi berupa tombol darurat virtual pada platform Blynk berhasil diimplementasikan. Fitur ini berfungsi sebagai pusat kendali aktif yang memungkinkan operator untuk menyebarkan perintah evakuasi secara terpusat dan instan, sehingga mampu memotong waktu respons dan meningkatkan efektivitas koordinasi saat kondisi darurat.