

Sistem Early Warning Banjir



NRP	: 1. 3223600035 2. 3223600042 3. 3223600047
Nama	: 1. M. Kharizal Firdaus 2. Julfan Bagas Setyatama 3. Bintang Endra Erlangga
Kelas	: 2 Teknik Komputer B
Matakuliah	: Praktikum Jaringan Komputer
Tanggal	: 10 Juni 2025
Dosen	: Adnan Rachmat Anom Besari S.ST., M.Sc., Ph.D

D4 TEKNIK KOMPUTER
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA
2024

Sistem Early Warning Banjir

I. Latar Belakang

Banjir adalah musibah alam yang tidak diinginkan masyarakat. Banjir dapat terjadi secara tiba-tiba seperti banjir akibat dari curah hujan tinggi dan debit sungai yang melebihi tanggul. Karena kejadian banjir bisa terjadi dengan tiba-tiba, sehingga warga belum sempat mengevakuasi diri akibat dari tidak ada peringatan bahwa debit air sungai meninggi dan berpotensi terjadi banjir.

Atas kejadian tersebut kami terinspirasi untuk membuat Sistem Early Warning Banjir untuk membantu pemerintah berwajib bertindak lebih cepat ketika mendapat informasi darurat potensi banjir, sehingga warga tidak terlambat mengevakuasi diri. Sistem ini dapat memonitoring curah hujan dan tinggi air sungai secara real-time melalui website, sehingga memudahkan petugas maupun masyarakat untuk terus memantau kondisi lingkungan secara aktual. Sensor yang dipasang akan mengirimkan data secara berkala ke server, kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik dan notifikasi di dashboard website. Apabila ketinggian air sungai melewati batas aman yang telah ditentukan, sistem secara otomatis akan mengirimkan peringatan dini melalui email kepada pihak-pihak terkait, seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), aparat desa, dan masyarakat yang telah terdaftar dalam sistem. Peringatan ini bertujuan untuk memberikan waktu yang cukup bagi warga untuk bersiap dan melakukan evakuasi dini, sehingga dampak dari potensi banjir dapat ditekan seminimal mungkin. Dengan sistem ini, respon terhadap bencana menjadi lebih cepat, terkoordinasi, dan berbasis data yang akurat.

II. Deskripsi

1) Alat dan Bahan

- ESP32 - 2x
- Raindrop Module - 2x
- Sensor Ultrasonic HCSR-02 - 2x
- Kabel Jumper
- Kabel Micro USB - 2x
- Laptop - 1x
- Botol Aqua 1 liter - 2x

2) Penjelasan prototype

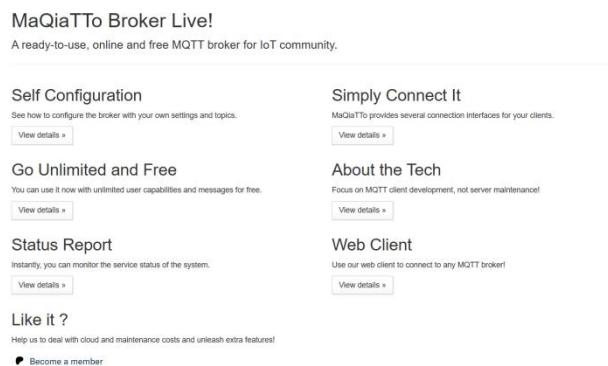
Prototype terdiri atas esp untuk mengirim data, sensor ultrasonic untuk membaca ketinggian air sungai, raindrop module untuk monitoring curah hujan, botol sebagai ilustrasi sungai desa 1 dan desa2, yang terakhir esp untuk mengirim data sensor ke server/web.

3) Foto Prototype



III. Prosedur Percobaan

1. Buat akun maqiatto untuk broker protokol komunikasi MQTT(Message Queuing Telemetry Transport)



2. ikuti segala tutorial dari web maqiatto

The screenshot shows the "Configuring Your Broker" section of the MaQiaTTTo website. It includes steps for configuration:

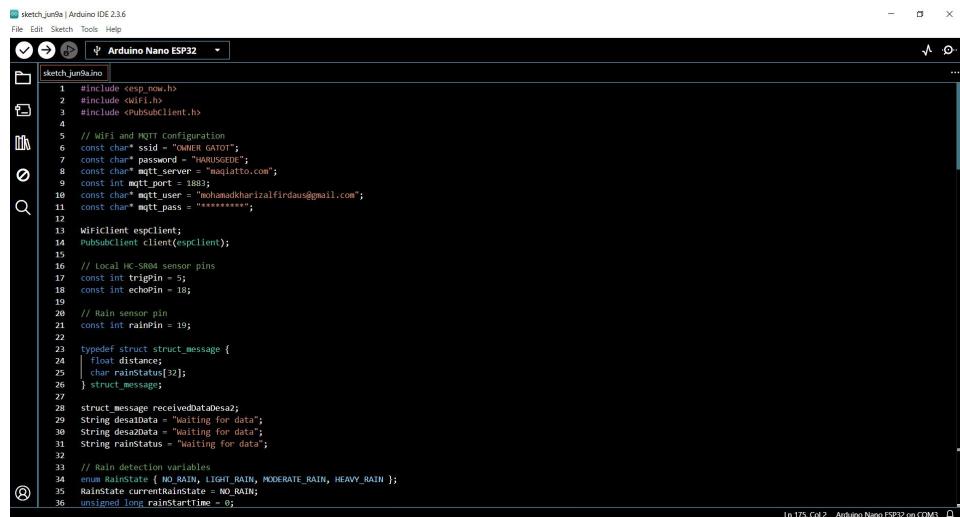
1. After registration, select Broker Configuration from drop down menu.
2. In Broker Configuration page, you will be able to add users and pass keys under User Management section. Your current broker user name will be your e-mail address which you have been already registered to MaQiaTTTo.
3. It is recommended to change your broker password before using it. Your initial broker password is same as with your account's.
 - Your default MQTT Broker password will be the same with the one that you've already logged in to this system.
 - As your MQTT password will be provided in clients, we recommend to change it.

A red circle highlights the "Broker Configuration" link in the dropdown menu. Another red circle highlights the "New MQTT Password" input field and the "Change Password" button.

3. Membuat topic untuk masing-masing sensor

The screenshot shows the "Broker Configuration" page with a green success message "Topic was created". The "Topic Management" section lists topics: "mohamadkhanziridava@gmail.com/test1" and "mohamadkhanziridava@gmail.com/test2". The "User Management" section shows the current user "mohamadkhanziridava@gmail.com" and a "Change Username" button. A red circle highlights the "New Topic" input field and the "Add Topic" button.

4. Memprogram modul esp kedua desa pada Arduino IDE yang sudah terhubung dengan sensor(Program selengkapnya ada pada lampiran)



```

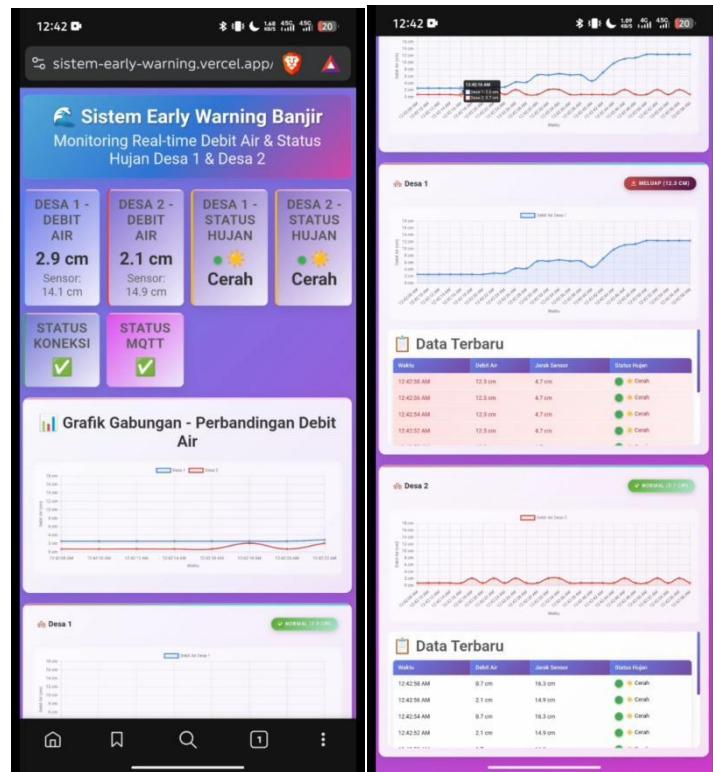
sketch_junkaino.ino
1 #include <esp_now.h>
2 #include <WiFi.h>
3 #include <PubSubClient.h>
4
5 // WiFi and MQTT Configuration
6 const char* ssid = "OWNER GATOT";
7 const char* password = "HARUSSEDI";
8 const char* mqtt_server = "maqiatto.com";
9 const int mqtt_port = 1883;
10 const char* mqtt_user = "mohamadcharizalfirdaus@gmail.com";
11 const char* mqtt_pass = "*****";
12
13 WiFiClient espclient;
14 PubSubClient client(espclient);
15
16 // local HC-SR04 sensor pins
17 const int trigPin = 5;
18 const int echoPin = 18;
19
20 // Rain sensor pin
21 const int rainPin = 19;
22
23 typedef struct struct_message {
24     float distance;
25     char rainstatus[5];
26 } struct message;
27
28 struct message receivedData;
29 String desatasta = "Waiting for data";
30 String desazatasta = "Waiting for data";
31 String rainstatus = "Waiting for data";
32
33 // Rain detection variables
34 enum Rainstate { NO_RAIN, LIGHT_RAIN, MODERATE_RAIN, HEAVY_RAIN };
35 Rainstate currentState = NO_RAIN;
36 unsigned long rainStartTime = 0;

```

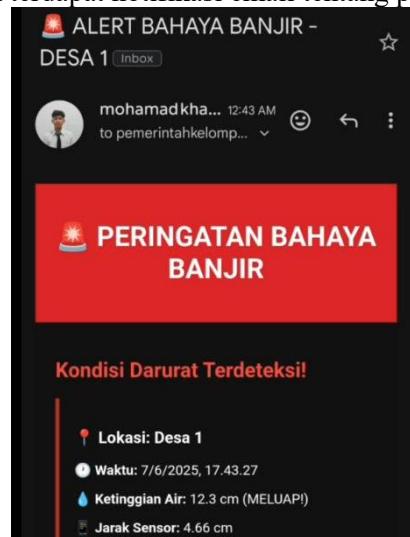
5. Cek apakah modul sudah dapat mengeluarkan nilai dari sensor pada serial monitor
6. Memprogram website yang dimana untuk 4 user yaitu Pemerintah, kepala desa 1, kepala desa 2, dan warga(Program selengkapnya ada pada lampiran).
7. Konfigurasi MQTT pada server website pada program server.js hal ini bertujuan agar website dapat mengambil data dari sensor yang memonitoring curah hujan dan ketinggian debit sungai(Program selengkapnya ada pada lampiran).
8. Setelah memprogram website kita dapat melakukan percobaan
9. Isi Desa 1 dan desa 2 dengan air, tuangkan air pada raindrop modul agar terdeteksi curah hujannya.



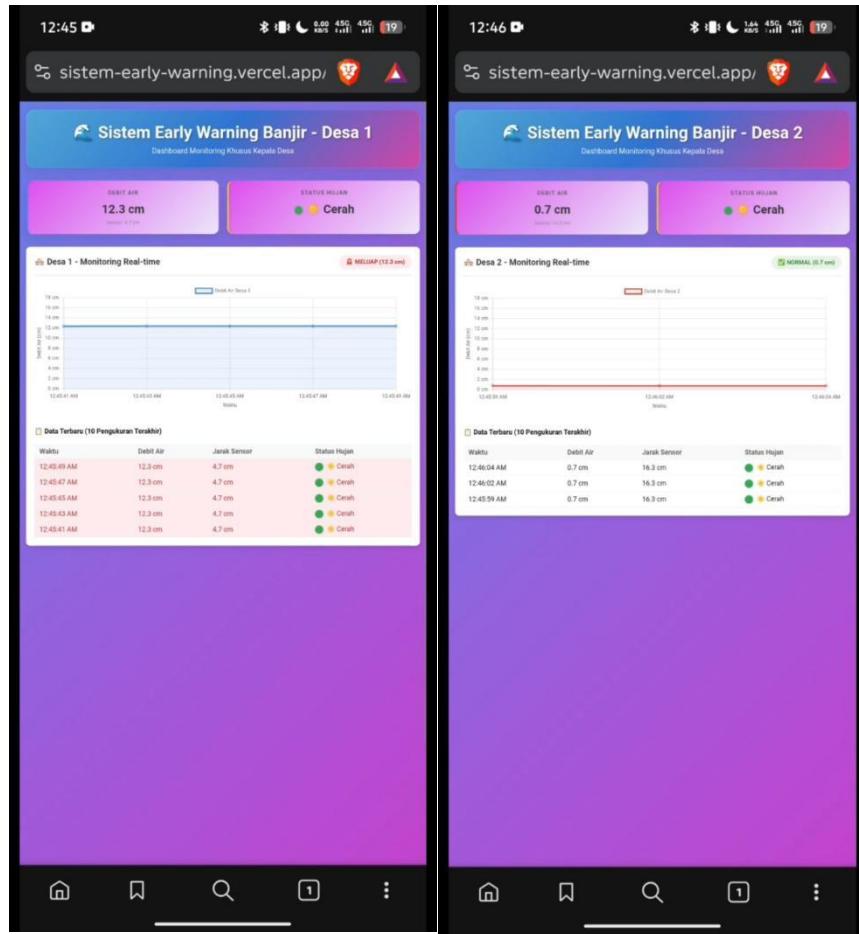
10. Login ke website sebagai pemerintah, perhatikan apakah grafik debit air naik



11. Cek notifikasi apakah terdapat notifikasi email tentang peringatan banjir



12. Login juga sebagai kepala desa dan warga apakah website berfungsi dengan baik



- Apabila semua user dapat bekerja dengan baik, maka prototype berhasil diimplementasikan. Untuk demo yang lebih interaktif ada pada lampiran video

IV. Analisa

Sistem Early Warning Banjir ini bekerja dengan mengintegrasikan beberapa komponen teknologi untuk memberikan peringatan dini kepada masyarakat dan pemerintah daerah. Pada tahap awal, sistem ini menggunakan dua jenis sensor utama yang dipasang di setiap lokasi pemantauan di kedua desa. Sensor HC-SR04 berfungsi sebagai pengukur ketinggian air sungai dengan memanfaatkan teknologi ultrasonik yang mengirimkan gelombang suara dan mengukur waktu pantulan untuk menentukan jarak ke permukaan air. Sementara itu, raindrop module bertugas mendeteksi dan mengukur intensitas curah hujan dengan cara mendeteksi tetesan air yang jatuh pada permukaan sensor. Kedua sensor ini terhubung dengan mikrokontroller ESP32 yang berfungsi sebagai otak pemrosesan data di setiap lokasi.

ESP32 di setiap desa secara kontinyu membaca data dari kedua sensor tersebut dalam interval waktu tertentu, biasanya setiap 5-10 menit, untuk memastikan pemantauan yang konsisten dan real-time. Data yang dikumpulkan meliputi ketinggian air dalam satuan centimeter atau meter, intensitas curah hujan, serta timestamp untuk setiap pembacaan. Untuk meningkatkan reliabilitas sistem, kedua ESP32 di desa yang berbeda dihubungkan melalui jaringan mesh yang memanfaatkan protokol ESP-NOW untuk komunikasi antar node. ESP-

NOW adalah protokol komunikasi peer-to-peer yang dikembangkan khusus oleh Espressif untuk ESP32, yang memungkinkan pengiriman data langsung antar perangkat ESP32 tanpa memerlukan router WiFi atau akses point sebagai perantara. Protokol ini sangat efisien dalam hal konsumsi daya dan memiliki latensi yang rendah, sehingga ideal untuk aplikasi sensor yang membutuhkan komunikasi real-time. Konsep jaringan mesh dengan ESP-NOW ini sangat penting karena memberikan redundansi dalam sistem komunikasi, dimana jika salah satu node kehilangan koneksi internet, node lainnya dapat berfungsi sebagai gateway untuk memastikan data tetap dapat dikirim ke server pusat, sekaligus memungkinkan kedua ESP32 saling berbagi data sensor untuk validasi silang dan meningkatkan akurasi sistem deteksi.

Setelah data terkumpul dan disinkronisasi melalui jaringan mesh ESP-NOW, ESP32 mengirimkan informasi tersebut ke server atau website menggunakan protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Kombinasi ESP-NOW untuk komunikasi lokal antar node dan MQTT untuk komunikasi ke server pusat memberikan arsitektur komunikasi yang robust dan efisien. ESP-NOW menangani komunikasi jarak pendek antar ESP32 dengan konsumsi daya minimal dan latensi rendah, sedangkan MQTT digunakan untuk pengiriman data ke internet dengan protokol yang reliable dan ringan. MQTT dipilih karena efisiensinya dalam pengiriman data IoT, terutama dalam kondisi koneksi internet yang tidak selalu stabil di daerah pedesaan. Server pusat kemudian menerima dan memproses data dari kedua lokasi untuk dianalisis menggunakan algoritma yang telah ditetapkan. Sistem akan membandingkan data curah hujan dan ketinggian air dengan threshold atau batas-batas yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan karakteristik geografis dan historis banjir di wilayah tersebut.

Ketika sistem mendeteksi bahwa curah hujan mencapai tingkat tinggi dan ketinggian air sungai mulai melampaui batas aman yang telah ditetapkan, server akan secara otomatis mengaktifkan protokol peringatan darurat. Sistem akan mengirimkan email peringatan kepada berbagai pihak terkait, termasuk pemerintah daerah, kepala desa di kedua lokasi, dan warga masyarakat yang telah terdaftar dalam database sistem. Email peringatan ini berisi informasi detail mengenai status bahaya, lokasi yang terancam, tingkat ketinggian air, intensitas curah hujan, dan rekomendasi tindakan yang harus diambil oleh masyarakat.

Sebaliknya, ketika kondisi cuaca mulai membaik dengan curah hujan yang mereda dan ketinggian air sungai mulai surut kembali ke level normal, sistem akan secara otomatis mengirimkan notifikasi keamanan kepada semua pihak yang sama. Pemberitahuan ini menginformasikan bahwa keadaan sudah kembali aman dan masyarakat dapat melanjutkan aktivitas normal mereka. Sistem juga dilengkapi dengan dashboard web yang dapat diakses secara real-time untuk memantau status terkini dari kedua lokasi, sehingga pihak berwenang dapat terus memantau kondisi bahkan ketika tidak ada peringatan aktif.

Keseluruhan sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis dan kontinyu selama 24 jam sehari, 7 hari seminggu, dengan dukungan sistem backup power seperti solar panel atau battery untuk memastikan operasional tetap berjalan meskipun terjadi pemadaman listrik. Implementasi ESP-NOW dalam arsitektur sistem memberikan keuntungan tambahan berupa kemampuan komunikasi langsung antar node bahkan ketika koneksi WiFi utama terputus, sehingga sistem tetap dapat berfungsi dalam kondisi darurat. Kombinasi antara sensor yang akurat, komunikasi mesh ESP-NOW yang reliable dan low-power, protokol MQTT yang efisien untuk koneksi ke server, dan sistem notifikasi otomatis menciptakan solusi early warning yang komprehensif dan efektif untuk melindungi masyarakat dari risiko banjir dengan memberikan waktu yang cukup untuk evakuasi atau persiapan darurat lainnya.

V. Kesimpulan

Prototype Sistem Early Warning Banjir yang telah dirancang merupakan solusi teknologi yang inovatif dan komprehensif untuk mitigasi bencana banjir di tingkat desa. Sistem ini berhasil mengintegrasikan berbagai komponen teknologi modern seperti sensor HC-SR04 untuk pengukuran ketinggian air, raindrop module untuk deteksi curah hujan, dan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan data, yang semuanya bekerja secara sinergis untuk memberikan peringatan dini yang akurat dan tepat waktu.

Keunggulan utama dari prototype ini terletak pada arsitektur komunikasi yang robust dengan menggabungkan protokol ESP-NOW untuk komunikasi mesh lokal antar node dan protokol MQTT untuk pengiriman data ke server pusat. Kombinasi ini memberikan redundansi sistem yang tinggi, dimana jika salah satu jalur komunikasi mengalami gangguan, sistem tetap dapat beroperasi melalui jalur alternatif. Konsep jaringan mesh yang diterapkan memastikan bahwa data dari kedua desa dapat saling tervalidasi, meningkatkan akurasi deteksi dan mengurangi kemungkinan false alarm.

Dari segi implementasi, prototype ini menunjukkan kepraktisan yang tinggi dengan sistem notifikasi otomatis melalui email yang dapat menjangkau berbagai stakeholder mulai dari pemerintah daerah, kepala desa, hingga warga masyarakat. Sistem ini juga dirancang untuk beroperasi secara mandiri dengan dukungan power backup, sehingga dapat berfungsi kontinyu bahkan dalam kondisi pemadaman listrik yang sering terjadi saat cuaca ekstrem.

Secara keseluruhan, prototype Sistem Early Warning Banjir ini memiliki potensi besar untuk diimplementasikan sebagai solusi early warning yang efektif dan terjangkau untuk daerah rawan banjir, terutama di wilayah pedesaan yang membutuhkan sistem peringatan dini yang reliable namun tidak memerlukan infrastruktur yang kompleks. Dengan pengembangan dan penyempurnaan lebih lanjut, sistem ini dapat berkontribusi signifikan dalam upaya pengurangan risiko bencana banjir dan perlindungan masyarakat.

VI. Lampiran

- 1) Github: https://github.com/kharizal02/Sistem_Early_Warning.git
- 2) YouTube: <https://youtu.be/RRZVHud7PkI>