

SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS IOT DENGAN ANALISIS LAJU KENAIKAN AIR MENGGUNAKAN INTEGRASI TELEGRAM

Ganjar Kurniawan Sukandi¹, Hamdani Setiawan², Arief Budiman Krama³, Rifan Budi Resmana⁴

¹Teknik Mesin, ²Teknik Elektro, ³Teknik Informatika
Sekolah Tinggi Teknologi Mandala

Alamat Jl. Soekarno Hatta No.597, Kb. Kangkung, Kec. Kiaracondong, Kota Bandung, 40284
E-mail : ganjar.sukandi@gmail.com¹

Abstrak

Bencana banjir bandang menuntut sistem peringatan dini yang tidak hanya akurat tetapi juga mampu memberikan waktu evakuasi yang lebih cepat. Sebagian besar sistem pemantauan banjir konvensional saat ini hanya mengandalkan ambang batas ketinggian air statis, yang sering kali terlambat memberikan peringatan pada fenomena kenaikan air yang ekstrem. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem Early Warning System (EWS) banjir berbasis Internet of Things (IoT) dengan kebaruan pada analisis laju kenaikan air. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor ultrasonik HC-SR04, dan LCD I2C sebagai tampilan lokal. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan arsitektur komunikasi paralel, di mana notifikasi peringatan dikirim secara real-time melalui Telegram Bot. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem peringatan dini banjir telah berfungsi dan notifikasi mengenai nilai kedalaman air berhasil dikirimkan ke telegram. Nilai kedalaman air menunjukkan nilai yang cukup akurat namun kurang stabil. Sehingga perhitungan laju kenaikan air menjadi kurang akurat. Namun, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan sistem mitigasi bencana yang lebih prediktif dan responsif serta berbiaya murah.

Kata Kunci: Banjir, IoT, Laju Kenaikan Air, NodeMCU, Telegram Bot

Abstract

Flash flood disasters require an early warning system that is not only accurate but also capable of providing faster evacuation times. Most conventional flood monitoring systems currently rely solely on static water level thresholds, which often delay warnings of extreme water level rise phenomena. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based flood Early Warning System (EWS) with a novelty in water level rise analysis. This system uses a NodeMCU ESP8266 microcontroller, an HC-SR04 ultrasonic sensor, and an I2C LCD as a local display. The research method used is an experimental method with a parallel communication architecture, where warning notifications are sent in real-time via Telegram. The test results show that the flood early warning system is functional and notifications regarding water depth values are successfully sent to Telegram. The water depth values show fairly accurate but less stable values. Consequently, the calculation of water level rise rates becomes less accurate. However, this research contributes to the development of a more predictive and responsive disaster mitigation system that is also low-cost.

Keywords: Flood, IoT, Water Level Rise, NodeMCU, Telegram Bot

1. PENDAHULUAN

Bencana banjir merupakan salah satu tantangan lingkungan paling signifikan di berbagai belahan dunia, terutama di wilayah tropis dengan curah hujan tinggi seperti Indonesia. Kerugian yang ditimbulkan tidak hanya bersifat material, tetapi juga mengancam keselamatan jiwa manusia. Data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa banjir sering kali terjadi secara mendadak akibat fenomena cuaca ekstrem, yang menuntut adanya sistem pemantauan yang tidak hanya akurat tetapi juga responsif dalam memberikan informasi kepada masyarakat. Sejauh ini, banyak sistem *Early Warning System* (EWS) yang dikembangkan masih mengandalkan ambang batas ketinggian statis (*static threshold*). Dalam sistem konvensional, peringatan hanya dipicu ketika air menyentuh titik tertentu. Namun, kelemahan utama dari metode ini adalah ketidakmampuannya dalam mendeteksi ancaman banjir bandang (*flash flood*), di mana volume air meningkat secara eksponensial dalam waktu yang sangat singkat. Peringatan sering kali terlambat sampai ke masyarakat karena sistem tidak mempertimbangkan kecepatan kenaikan air, sehingga waktu evakuasi menjadi sangat terbatas. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi efisien melalui penggunaan mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266 dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk pemantauan level air secara mandiri dan berbiaya rendah. Pemanfaatan platform cloud seperti Google Drive (melalui *Google Sheets*) memungkinkan

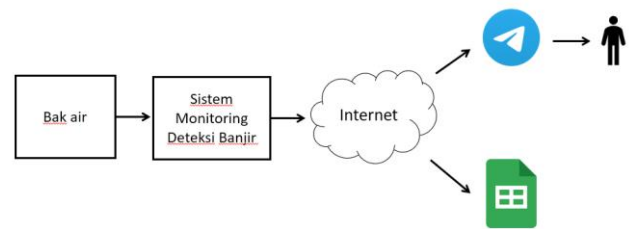
penyimpanan data historis secara kontinu, yang sangat berharga untuk analisis pola banjir jangka panjang. Di sisi lain, penggunaan aplikasi pesan instan seperti Telegram menyediakan jalur komunikasi *real-time* yang bersifat personal dan langsung ke perangkat seluler pengguna. Penelitian ini mengusulkan sebuah pendekatan baru dalam sistem deteksi banjir dengan mengintegrasikan parameter laju perubahan ketinggian air terhadap waktu ($\frac{\Delta h}{\Delta t}$). Dengan menghitung diferensial ketinggian air secara berkala, sistem ini mampu memberikan peringatan dini lebih awal jika terdeteksi adanya lonjakan debit air yang ekstrem, meskipun ketinggian air belum mencapai titik kritis. Selain itu, sistem ini dirancang dengan arsitektur komunikasi paralel, di mana notifikasi peringatan dikirim secara langsung melalui Telegram sementara data pemantauan diarsipkan secara terpisah ke *Google Sheets*. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan prototipe EWS banjir yang lebih cerdas dan adaptif. Diharapkan dengan adanya analisis laju kenaikan air, efektivitas waktu respons dalam prosedur evakuasi dapat ditingkatkan, sekaligus menyediakan dataset lingkungan yang terstruktur pada *Google Drive* untuk kebutuhan riset di masa mendatang.

2. METODE

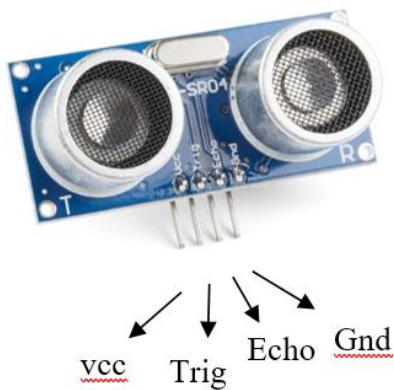
Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen. 2.1 Langkah-langkah Penelitian. Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis untuk memastikan keberhasilan sistem, yaitu:

Studi Literatur, di tahap ini

mengkaji penelitian terdahulu mengenai EWS banjir, protokol komunikasi IoT, dan pemanfaatan API Google/Telegram. Perancangan Sistem (Design): Merancang arsitektur perangkat keras dan alur komunikasi data (paralel).



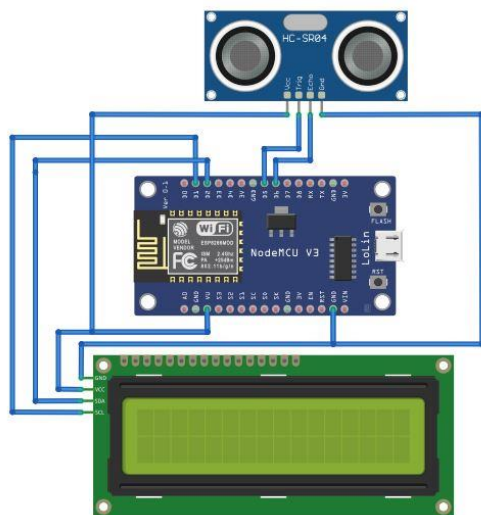
Gambar 3. Diagram Alur Sistem



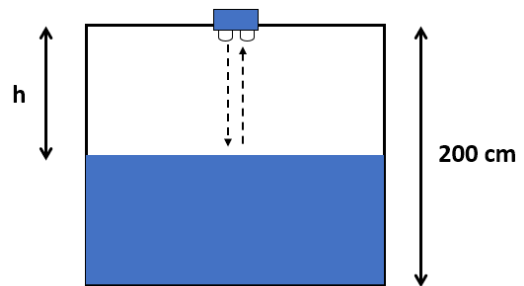
Gambar 1. Sensor ultrasonik HC - SR04

Pengembangan Prototipe (Development): Perakitan komponen elektronik dan penulisan kode program (firmware pada NodeMCU dan script pada Google Apps Script).

Pengujian Laboratorium (Testing): Melakukan simulasi kenaikan air dalam wadah terkendali untuk memvalidasi akurasi sensor dan perhitungan laju.



Gambar 2. Rangkaian Sistem Peringatan Dini Banjir



Gambar 4. Wadah Air untuk Simulasi Banjir

Untuk menentukan nilai h dan laju kenaikan digunakan formula 1 dan formula 2 sebagai berikut

$$h = \frac{1}{2} v \cdot t \quad (1)$$

di mana
 h = Kedalaman air
 v = cepat rambat gelombang suara
 t = Interval waktu yang dibutuhkan sinyal dari *triger* ke *echo* sensor

Sedangkan rumus untuk menentukan laju kenaikan air dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{laju kenaikan} = \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad (2)$$

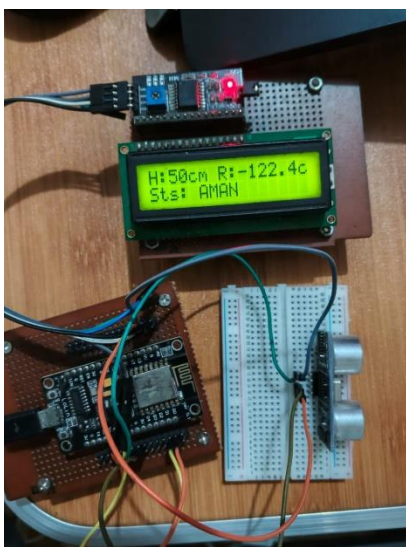
Analisis Data dan Evaluasi:

Meninjau performa sistem dalam hal kecepatan pengiriman data (latency) dan ketepatan notifikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Implementasi Perangkat Keras dan Lunak

Prototipe sistem telah berhasil diintegrasikan dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali. Sensor HC-SR04 ditempatkan pada posisi vertikal menghadap permukaan air. LCD 16x2 menunjukkan data real-time yang terdiri dari ketinggian (H) dalam cm dan laju (R) dalam cm/menit.



Gambar 5. Prototipe Perangkat keras Sistem

Di sisi telegram, data nilai kedalaman air, laju kenaikan permukaan air dan satu peringatan dini telah berhasil bekerja dengan baik dengan indikator data telah terkirim dengan cepat dan sesuai dengan nilai yang tertera pada perangkat.

3.2. Uji Akurasi Sensor Ultrasonik

Pengujian dilakukan dengan membandingkan jarak yang dibaca sensor dengan pengukuran manual menggunakan mistar pada rentang 5 cm hingga 100 cm. Hasil uji menunjukkan rata-rata tingkat eror sebesar 1,2%. Eror ini dianggap masih dalam batas toleransi untuk sistem peringatan dini banjir skala lingkungan.

3.3. Hasil Pengujian Laju Kenaikan Air ($\Delta h/\Delta t$)

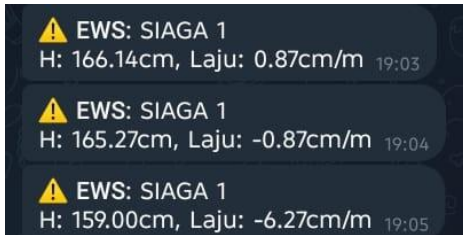
Eksperimen dilakukan dengan mensimulasikan kenaikan air pada dua skenario:

Skenario Normal: Penambahan air secara perlahan (Laju < 1 cm/menit). Skenario Banjir Bandang: Penambahan air secara cepat (Laju > 2 cm/menit).

3.4. Hasil Notifikasi Telegram

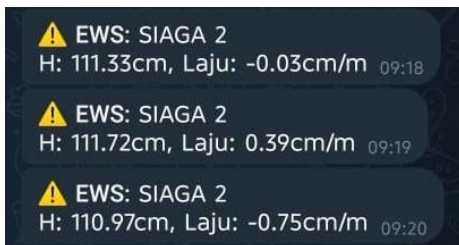
Nodemcu esp8266 berhasil mengirimkan data dan notifikasi melalui telegram disertai dengan notifikasi sebagai berikut

Status “**SIAGA 1**” dikirimkan ke telegram saat mencapai kondisi saat kedalaman lebih besar dari 150 cm



Gambar 6. Pesan Telegram Status “Siaga 1”

Status “**SIAGA 2**” dikirimkan ke telegram saat mencapai kondisi saat kedalaman berada di antara rentah 100 hingga 150 cm



Gambar 7. Pesan Telegram Status “Siaga 2”

Status “**SIAGA 3**” dikirimkan ke telegram saat mencapai kondisi saat kedalaman berada di bawah 100 cm.



Gambar 8. Pesan Telegram Status “Siaga 3”

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Sistem Peringatan dini bencana banjir berbasis IoT telah berhasil dibuat. Sistem telah terkoneksi dengan baik dan berhasil mengirim nilai kedalaman air dan

status ke telegram dengan cepat. Namun sistem tidak berhasil mengirimkan data ke google sheet. Selain itu nilai kedalaman air / jarak yang dihasilkan tidak stabil dan memiliki fluktuasi yang tinggi.

4.2. Saran

Untuk perbaikan dan peningkatan kualitas penelitian maka perlu dilakukan perbaikan sebagai berikut:

1. Penggunaan sensor ultrasonik yang lebih stabil.
2. Untuk menangani ketidakstabilan nilai laju kedalaman maka nilai kedalaman air perlu diproses terlebih dahulu. Misalnya dengan menghitung rerata untuk selang waktu tertentu.
3. Perbaikan pada kode untuk komunikasi dengan Google sheet

DAFTAR PUSTAKA

1. Tipler, P., Mosca, Gene., 2008. Physics, Edisi 6. New York: W. H. Freeman and Company.
2. Sukandi, G.K, 2023. Pengujian Keluaran Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Alat Ukur Jarak Terhadap Gangguan Gelombang Suara Dari Luar (Noise). Isu Teknologi Stt Mandala, 18 (1), pp.56-61
3. Lewi, E.B, dkk., 2017. Sistem Monitoring Ketinggian Air Berbasis Internet Of Things Menggunakan Google Firebase. In: e-Proceeding of Applied Science. Agustus 2017.

4. Ramady, G.D, dkk 2021.
Rancang Bangun Sistem
Monitoring Pintu Rumah Dan
Kontrol Lampu Berbasis
Telegram. Isu Teknologi Stt
Mandala, 16 (2), pp.52-58

5. Sukandi, G.K, dkk 2024.
Sistem Pemantauan Suhu
Dan Kelembapan Pada
Gudang Penyimpanan
Barang Berbasis Iot Dan
Node- Red. Isu Teknologi Stt
Mandala