

Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis IoT dengan *Platform* *Firebase*

Tri Dedi Pamungkas¹, Fitrizawati²

¹Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto

²Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto Purwokerto

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v6i.860](https://doi.org/10.30595/pspfs.v6i.860)

Submitted:

August 05, 2023

Accepted:

September 29, 2023

Published:

Ocotober 13, 2023

Keywords:

IoT, Firebase, EWS,
ESP8266

ABSTRACT

The firebase platform is one of the Io-T services created by google. This platform uses real-time internet-based communication. In principle, data is stored in one database and can be read by several devices simultaneously with certain conditions. Flood is a disaster that generally affects certain areas or areas caused by the overflow of river water that passes through the area. By reading the condition of the river water level at the overflow point for that area, the data can be used as a reference as a warning for potentially affected areas. Ultrasonic sensor with esp8266 microprocessor can be used as a data collector, and by applying the calculation of the speed of level change over time it can provide an estimate of the potential for flooding and the time. The data sent from this sensor is sent to the database as the main data. Every area that might be affected is installed with an esp8266 microprocessor and an audio player module as a warning of the possibility of a flood disaster. The microprocessor installed in this area is given access to read the main data continuously so that it can provide accurate information as quickly as possible.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Tri Dedi Pamungkas,

Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto

Jalan Semingkir no. 1 Purwokerto Barat

Email: tri_dp@stt-wiworotomo.ac.id

1. PENDAHULUAN

Banjir adalah luapan air sungai ke daerah alirannya akibat ketidak mampuan sungai menampung air hujan karena adanya pendangkalan sungai [1]. Banjir dapat diprediksi ketika datang pada musim hujan di daerah yang sering terjadi banjir. [2] Banjir yang sulit diprediksi ialah banjir yang merupakan kiriman dari wilayah hulu sungai, oleh sebab itu diperlukan alat untuk memudahkan masyarakat dalam memprediksi kemungkinan tersebut. Pemantauan ketinggian air secara otomatis dapat dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonic yang dikombinasikan dengan mikroprosessor. [3].

Teknologi yang berkembang saat ini memungkinkan kita untuk menghubungkan pemantauan ketinggian air dengan beberapa perangkat sekaligus. Teknologi ini sering disebut dengan istilah IoT, yang secara konsep IoT adalah menghubungkan benda-benda sekitarnya menggunakan koneksi internet. Infrastruktur internet yang semakin berkembang menyebabkan internet dapat terkoneksi bukan hanya dengan komputer atau *smartphone* namun juga dengan berbagai benda nyata lainnya [4]. Banyak perusahaan yang membangun platform layanan IoT dan salah satunya adalah *Firebase*.

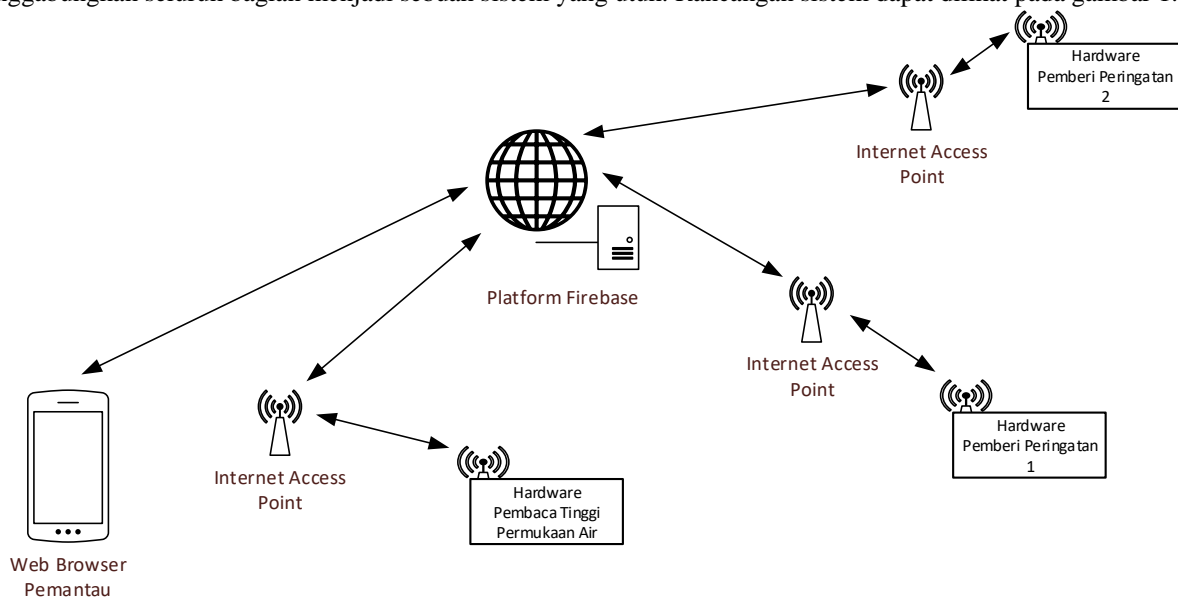
Firebase merupakan salah satu *platform* yang dikembangkan oleh *Google* dengan menggunakan konsep *BaaS (backend a service)* yang mendukung aplikasi-aplikasi dengan data *real time*. [5]. *Firebase* memiliki beberapa layanan yang dapat di integrasikan satu sama lain. Layanan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain layanan *RealTime*

Database dan *WebApp*. Dengan layanan *WebApp* memungkinkan pembacaan data menggunakan web browser sehingga monitoring ketinggian air sungai lebih mudah untuk di akses semua masyarakat.

Selain dapat di akses dengan web browser, *Realtime Database* dari *Firestore* juga dapat diakses dengan menggunakan *ESP8266* yang memiliki akses internet. Dengan akses tersebut *ESP8266* dapat di tambahkan program untuk mengaktifkan modul mp3 player sebagai peringatan jika ketinggian air telah mencapai lever tertentu yang membahayakan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen untuk menguji hipotesis penulis dimana dapat menggunakan ultrasonic sebagai sensor ketinggian air, dan memanfaatkan *platform IoT firebase* untuk membangun *early Warning System*. Proses penelitian dilakukan secara sistematis, yaitu dengan melakukan kegiatan mulai dari menemukan gagasan, telaah pustaka, Menyusun konsep rancangan prototype, merealisasikan rancangan bagian demi bagian hingga menggabungkan seluruh bagian menjadi sebuah sistem yang utuh. Rancangan sistem dapat dilihat pada gambar 1.



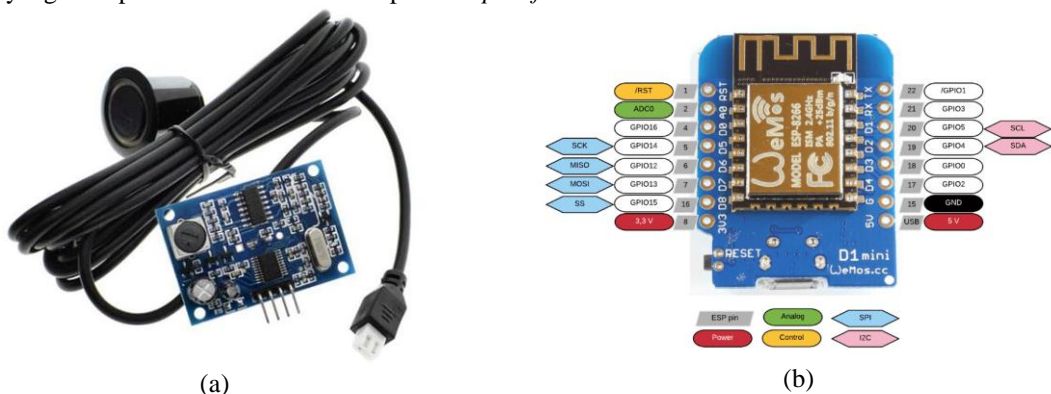
Gambar 1. Diagram Rancangan Sistem

Platform Firebase menjadi pusat dari data dimana data yang ada di *firebase* akan di akses secara paralel oleh beberapa *device* secara bersamaan. Pembeda dari masing masing *device* adalah hak aksesnya, pada *hardware* pemberi peringatan dan web browser pemantau hanya mendapatkan hak akses untuk membaca data, sedangkan pada *hardware* pembaca tinggi permukaan air diberi hak akses untuk membaca maupun mengubah data.

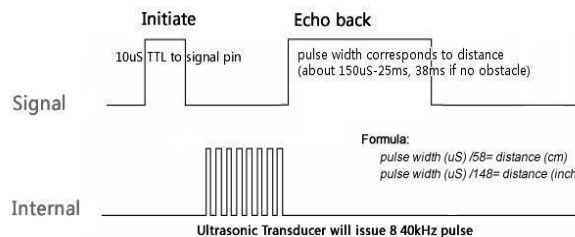
Bagian-bagian penting dalam penelitian ini yaitu:

a. Hardware Pembaca Tinggi Permukaan Air

Hardware pembaca tinggi permukaan air terdiri dari mikroprosessor *ESP8266* yang sudah dalam *integrated board* (*Wemos D1 mini*). Sedangkan pembaca tinggi permukaan adalah dengan sensor ultrasonic tipe *JSN-SR04T* yang merupakan sensor ultrasonic tipe *waterproof*.



Gambar 2. (a) Modul JSN-SR04T, (b) Wemos D1Mini ESP8266



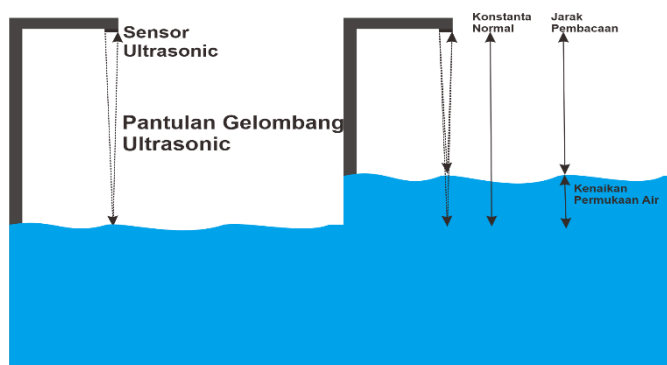
Gambar 3. Ilustrasi Kerja Sinyal ultrasonic

Modul JSN-SR04T berkerja dengan mengirimkan gelombang ultrasonic setelah mendapatkan *trigger* dengan lebar pulsa minimal 100uS, kemudian pin echo akan berubah High setelah modul ultrasonic selesai mengirimkan gelombang ultrasonic, pin echo akan berubah menjadi Low setelah mendapatkan umpan balik gelombang atau setelah 38mS. Karena prinsip yang digunakan adalah pantulan gelombang maka rumusan perhitungan yang digunakan dalam menggunakan ultrasonic sebagai pengukur jarak adalah sebagai berikut :

$$\text{Jarak} = \frac{\text{Lebar Pulsa High} * \text{kecepatan rambat suara}}{2}$$

Menurut *datasheet* Sensor JSN-SR04T dapat mengukur jarak terjauh hingga 600cm, dengan ketelitian +- 1cm dan resolusi pembacaan 1mm [6]. Untuk dapat bekerja mikroprocessor ESP8266 perlu untuk diprogram. Program yang perlu ditanamkan dalam *board* mikroprocessor ini adalah algoritma pembacaan JSN-SR04T untuk mendapatkan data tinggi permukaan air dan algoritma pengiriman data tinggi permukaan ke *Firestore Realtime database* melalui jaringan internet. Pembuatan program dilakukan dengan menggunakan *software* Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C. Dengan arduino IDE, tidak hanya sangat mudah untuk menggunakan ESP8266, tetapi juga bekerja dengan prosesor onboard ESP8266, sehingga tidak lagi memerlukan perangkat downloader [7]. Mikroprocessor ESP8266 memerlukan dua pin digital untuk dapat berkomunikasi dengan JSN-SR04T, dimana satu buat pin sebagai output untuk memberikan sinyal triger, dan satu pin lainnya untuk membaca sinyal echo yang merupakan sinyal pulsa. Lebar pulsa inilah yang dikonversi menjadi jarak antara sensor dengan permukaan air dengan menggunakan rumusan yang disebutkan di atas. Untuk mengubah jarak menjadi level ketinggian air maka diperlukan data yang merupakan jarak normal sebagai konstanta pembanding. Prinsip perhitungannya adalah dengan prinsip berbanding terbalik, dimana semakin dekat jarak sensor dengan permukaan air maka berarti semakin tinggi permukaan air. Perhitungan kenaikan tinggi permukaan air dapat dengan dihitung dengan rumus:

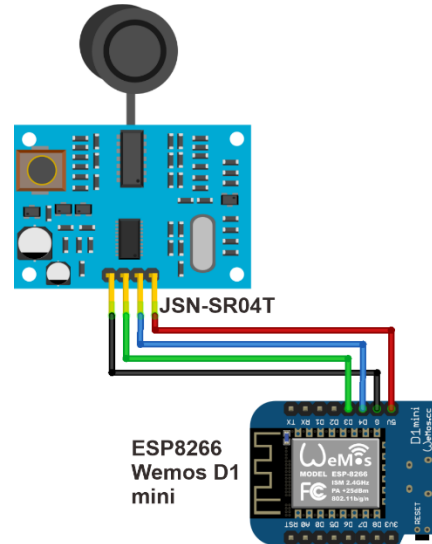
$$\text{Kenaikan Permukaan Air} = (\text{Konstanta Normal} - \text{Jarak Pembacaan Sensor})$$



Gambar 4. Ilustrasi Pembacaan Kenaikan Permukaan Air

Dengan mengatur ketetapan waktu pembacaan sensor maka akan didapatkan data perubahan permukaan air setiap waktu. Dalam penelitian ini ketetapan waktu yang digunakan adalah satu menit sehingga data yang didapat adalah perubahan tinggi permukaan air/menit. Dengan ketetapan waktu ini pula pengiriman data ke *firebase realtime database* dilakukan. Untuk dapat mengirimkan data ke *realtime database* ESP8266 memerlukan akses internet, sehingga diperlukan akses point penyedia internet, dalam penelitian digunakan akses point dari MiFi sebagai penyedia layanan internetnya. ESP8266 sudah memiliki antarmuka WiFi yang tertanam di dalam *chip* sehingga tidak memerlukan lagi perangkat tambahan untuk komunikasi dengan MiFi.

Yang diperlukan adalah membuat program agar ESP8266 mengaktifkan WiFi internalnya pada mode station dengan menyesuaikan ssid dan passwordnya agar dapat terhubung dengan akses point. Sedangkan antarmuka antara ESP8266 dengan modul sensor JSN-SR04T, rangkaianannya dapat dilihat pada gambar 4. Pada gambar tersebut dapat dilihat D4 digunakan sebagai keluaran dari board ESP8266 untuk membuat sinyal triger ke JSN-SR04T. Pin yang digunakan untuk membaca echo dari JSN-SR04T adalah pin D3.



Gambar 5. Rangkaian Ultrasonic dengan ESP8266

b. Realtime Database Firebase

Firebase Realtime Database adalah database yang di-host melalui *cloud*. Data disimpan dan dieksekusi dalam bentuk JSON dan disinkronkan secara *realtime* ke setiap *user* yang terkoneksi. Hal ini berfungsi memudahkan kamu dalam mengelola suatu database dengan skala yang cukup besar. Ketika kamu membuat aplikasi lintas-platform/multiplatform menggunakan SDK Android, iOS, dan juga JS (JavaScript), semua pengguna akan berbagi sebuah instance *Realtime Database* dan menerima update-an data secara serentak dan otomatis [8].



Gambar 6. Node Data Firebase Realtime Database

```
// Import the functions you need from the SDKs you need
import { initializeApp } from "firebase/app";
// TODO: Add SDKs for Firebase products that you want to use
// https://firebase.google.com/docs/web/setup#available-libraries

// Your web app's Firebase configuration
const firebaseConfig = {
  apiKey: "AIzaSyBAmWISW606d0X3DCtdnN-S_n4hajG1G7E",
  authDomain: "smart-ews-f31bd.firebaseio.com",
  databaseURL: "https://smart-ews-f31bd-default-rtdb.firebaseio.com",
  projectId: "smart-ews-f31bd",
  storageBucket: "smart-ews-f31bd.appspot.com",
  messagingSenderId: "496074123691",
  appId: "1:496074123691:web:95e71d9b403f10ecb70aee"
};

// Initialize Firebase
const app = initializeApp(firebaseConfig);
```

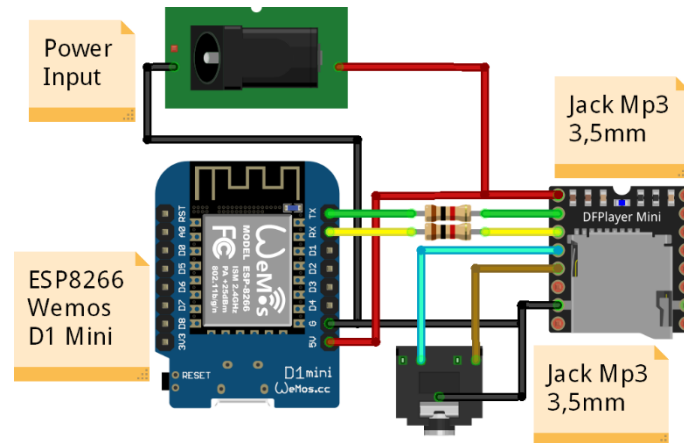
Gambar 7. Script Firebase Config

Pada penelitian ini *firebase realtime database* dibuat untuk menyimpan dua buah data yaitu Tinggi Air dan Laju Perubahan. Laju perubahan seperti yang telah di jelaskan sebelumnya adalah perubahan tinggi air dalam satuan cm/menit. Dengan adanya data laju perubahan setiap menit maka *device* web pemantau maupun *hardware* pemberi peringatan dapat memprediksi potensi dan waktu terjadinya banjir.

Untuk mengakses *realtime database* perlu membuat config komunikasi dalam format javascript. Pemrograman arduino ide maupun html sudah dapat terintegrasi dengan javascript sehingga mudah dalam proses implementasinya. Konfigurasi izin akses firebase dapat dilihat pada gambar . Parameter konfigurasi firebase dapat dilihat pada project *setting* di konsol *firebase*. Script firebase config perlu untuk dituliskan pada program yang dijalankan mikroprosesor baik pada *hardware* pembaca tinggi permukaan air, pada *hardware* pemberi peringatan, msupun pada script web app yang dibuat untuk monitoring. Dalam konsol firebase kita dapat juga memilih fitur dalam project firebase yang digunakan pada penelitian atau sistem perangkat yang sedang dikembangkan atau dibangun. Dalam penelitian ini penulis menggunakan tiga fitur yaitu *realtime database*, web app dan hosting.

c. *Hardware* Pemberi Peringatan

Hardware pemberi peringatan juga memerlukan mikroprocessor yang memiliki koneksi internet, *device* yang penulis gunakan adalah ESP8266 sebagai pembaca data dari *firebase realtime database*. Sedangkan untuk pemutar audio digunakan modul mp3 player dan dilengkapi dengan amplifier dan speaker tipe horn. Modul mp3 player dipilih dengan tujuan agar dapat memberikan peringatan yang bervariasi yaitu dengan suara audio rekaman. Modul mp3 player memiliki dukungan untuk mode komunikasi serial asinkron dengan baudrate 9600, bit parity: none, dan flowcontrol: none [9]. Bagian utama dari rangkaian pemberi peringatan adalah ESP8266, dan df player mini sebagai pemutar file audio. Sebagai keluaran audio digunakan jack standar 3,5mm, agar kompatible dengan berbagai jenis aplifier. Amplifier tidak menjadi bagian utama dengan tujuan agar dapat di sesuaikan dengan kebutuhan pada lokasi pemasangan pemberi peringatan. Pada proses pengujian penulis menggunakan speaker aktif. Kerja perangkat pemberi peringatan adalah membaca laju perubahan dan membaca tingkat ketinggian air dari realtime database. Pada keadaan ketinggian air mendekati level kritis dan laju perubahan masih dalam trend naik maka mikroprocessor akan memutar file mp3 pada nomor file yang sesuai dengan keadaan. Dalam penelitian ini membagi dalam tiga kondisi kritis yaitu dengan perkiraan 30 menit, 15 menit dan 5 menit sebelum air meluap.



Gambar 8. Rangkaian Utama Pemberi Peringatan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototype dari sistem yang dirancang telah berhasil dibuat dan diuji dalam laboratorium dengan mensimulasikan kondisi sungai menggunakan bak penampung air. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahapan, yang pertama adalah pengujian sistem pembaca tinggi permukaan air kemudian dilanjutkan pengujian dengan simulasi kondisi sungai, pengujian sistem pemberi peringatan dan pengujian web *monitoring*. Proses pengujian simulasi aliran sungai dilakukan adalah mengubah prosentase aliran input air dan prosentase keluaran pada bak penampung air. Pengujian dilakukan dalam simulasi kondisi yang mungkin terjadi yaitu normal, peningkatan debit air lambat, peningkatan debit air cepat sampai meluap, dan penurunan debit air.

a. Hasil Pengujian Sistem

Hasil dari pengujian sistem yang telah dilakukan di dapatkan rangkuman data seperti pada tabel berikut.

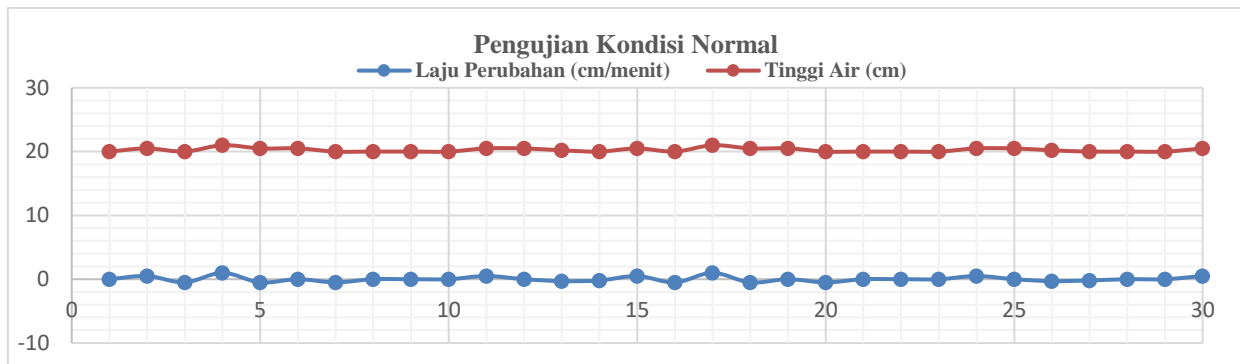
Tabel 1. Hasil Pengujian Kerja Sistem

	Satuan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Setting interval waktu	Menit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Interval Waktu update data	Menit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Update data Laju Perubahan		1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Update dara tinggi Permukaan Air		1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 1 menunjukkan kerja dari sistem sesuai dengan yang desain yang dibuat. Yang pertama *seting* interval waktu yang ditentukan dalam algoritma *hardware* pengukur tinggi permukaan air yaitu 1 menit, dari hasil pengukuran selama pengujian interval waktu update data juga didapatkan 1 menit sesuai dengan settingnya. Tingkat keberhasilan pengiriman data dari *hardware* pembaca tinggi permukaan air juga selalu berhasil / tingkat keberhasilan (100%). Meskipun secara interval sama namun pada dasarnya ada delay atau penundaan yang bervariasi pada proses pengiriman datanya. Hal tersebut dipengaruhi oleh kecepatan internet yang digunakan, semakin tinggi dan stabil kecepatan internet semakin kecil penundaan pengiriman waktunya. Meski begitu tundaan ini dapat diabaikan karena rentang penundaannya 85mS ~ 900mS yang artinya masih dibawah 1 detik sehingga tidak berpengaruh pada kerja dari sistem.

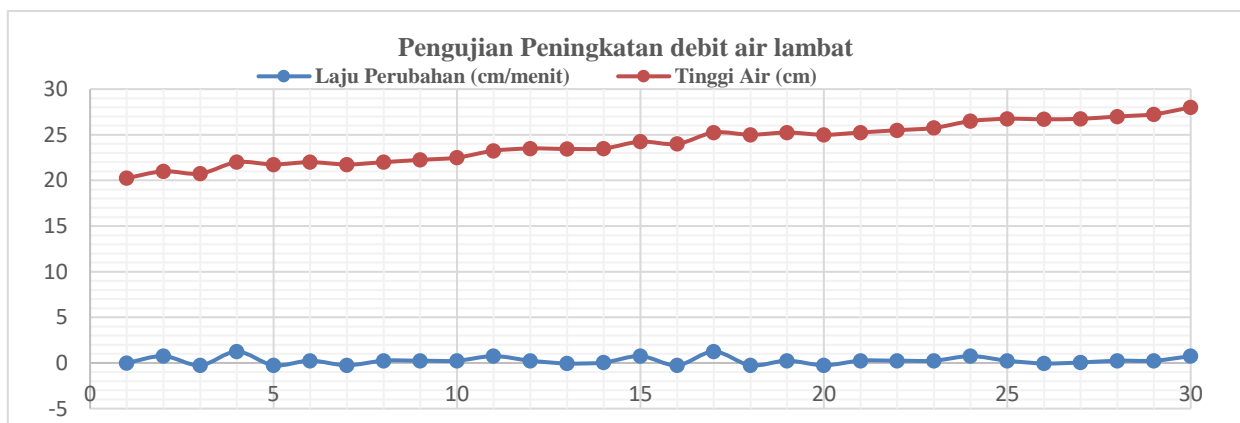
b. Hasil Pengujian Simulasi Kondisi Sungai

Hasil pengujian simulasi kondisi normal dengan tinggi permukaan air tertampung adalah 20 cm, dengan bukan keran input 25% dan bukaan keran output 25% dapat dilihat pada gambar 9. Melihat grafik tersebut ada *range* pembacaan yaitu mulai dari terendah adalah 20cm dan tertingginya ada di 21cm. Setiap perubahan hasil pembacaan *hardware* pembaca tinggi permukaan juga sudah langsung dapat menghitung laju perubahannya.



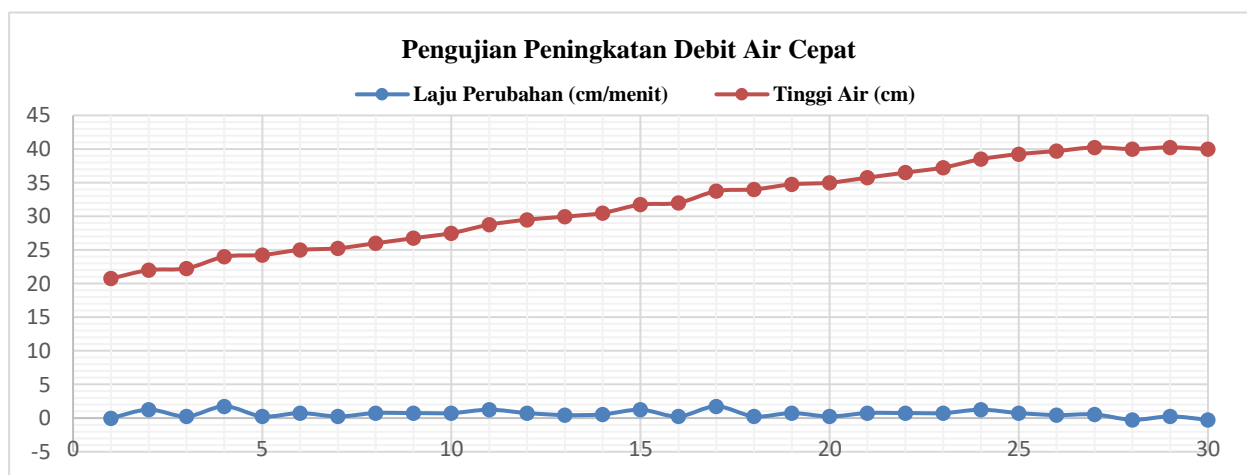
Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Kondisi Normal

Hasil pengujian simulasi peningkatan debit air lambat dengan tinggi permukaan air tertampung pada kondisi awal adalah 20 cm, dilakukan simulasi dengan bukaan keran input 50% dan bukaan keran output 25% didapatkan data yang setelah di olah dalam grafik ditampilkan gambar 10. Dalam waktu pengujian selama 30 menit didapatkan tinggi level terakhir adalah 28cm dengan rata-rata perubahan ketinggian permenitnya adalah 0,258cm.



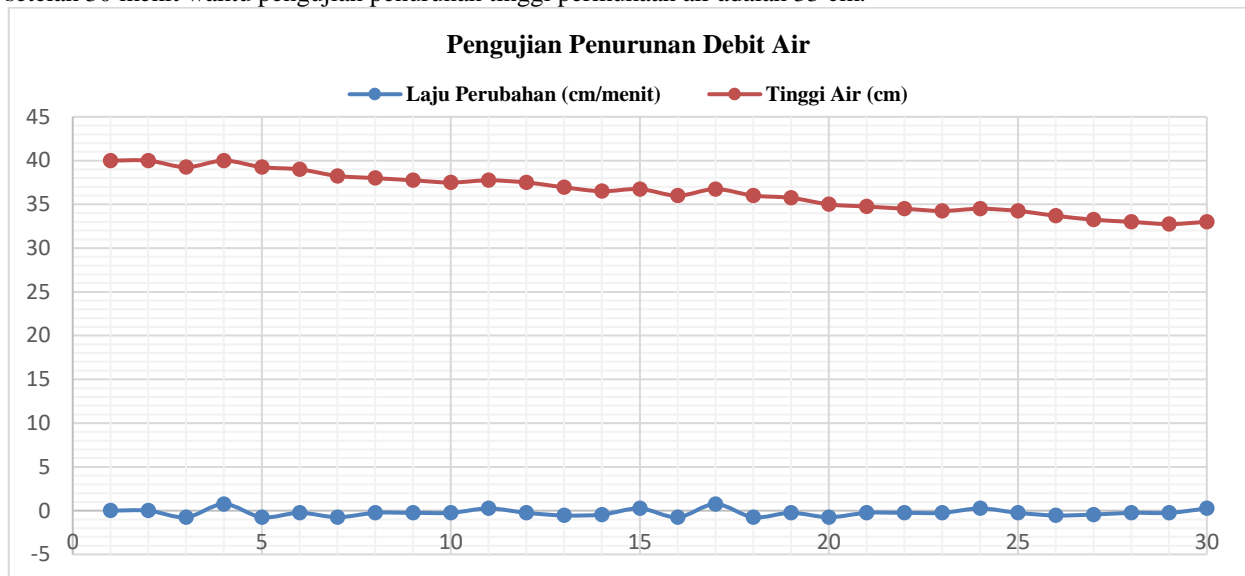
Gambar 10. Grafik hasil Pengujian Kondisi Peningkatan Debit Secara Lambat

Hasil pengujian simulasi peningkatan debit air cepat dengan tinggi permukaan air tertampung pada kondisi awal adalah 20 cm sama dengan sebelumnya, dilakukan simulasi dengan bukaan keran input 100% dan bukaan keran output tetap pada 25% didapatkan data yang setelah di olah dalam grafik ditampilkan gambar 11. Dalam waktu pengujian selama 30 menit didapatkan tinggi level terakhir adalah 40cm dimana pada ketinggian air ini dengan rata-rata perubahan ketinggian permenitnya sebelum mencapai batas luapan adalah 0,75cm/menit sedangkan secara keseluruhan adalah 0,642 cm/menit. Setelah mencapai batas laju perubahan berabgsur turun menuju 0cm/menit.



Gambar 11. Grafik hasil Pengujian Kondisi Peningkatan Debit Secara Cepat

Pengujian simulasi terakhir yang dilakukan adalah pengujian penurunan debit air, disimulasikan dengan mengisi penuh dahulu bak penapungan air kemudian membua saluran keluarnya sebesar 25% seperti simulasi kondisi normal. Grafik hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 12. Dalam gambar tersebut dpat dilihat penurunan debit setelah 30 menit waktu pengujian penurunan tinggi permukaan air adalah 33 cm.



Gambar 12. Grafik hasil Pengujian Kondisi Penurunan Debit Air

c. Hasil Pengujian Hardware Pemberi Peringatan

Pengujian sistem pemberi peringatan dilakukan bersamaan dengan pengujian simulasi peningkatan debit air cepat. Batas kritis pada yang ditetapkan dalam simulasi ini adalah pada ketinggian 40cm untuk peringatan pertama di atur pada waktu 15 menit sebelum meluap. Peringatan kedua ditetapkan pada waktu 10 menit sebelum meluap. Peringatan ketiga ditetapkan pada waktu 5 menit sebelum meluap. Peringatan terakhir diberikan pada batas luapan yaitu 40 cm. Saat kondisi masih meluap sistem peringatan ini akan selalu memutar file peringatan luapan secara terus menerus. Dari hasil pengujian yang dilakukan data yang didapatkan dilihat pada tabel 2.

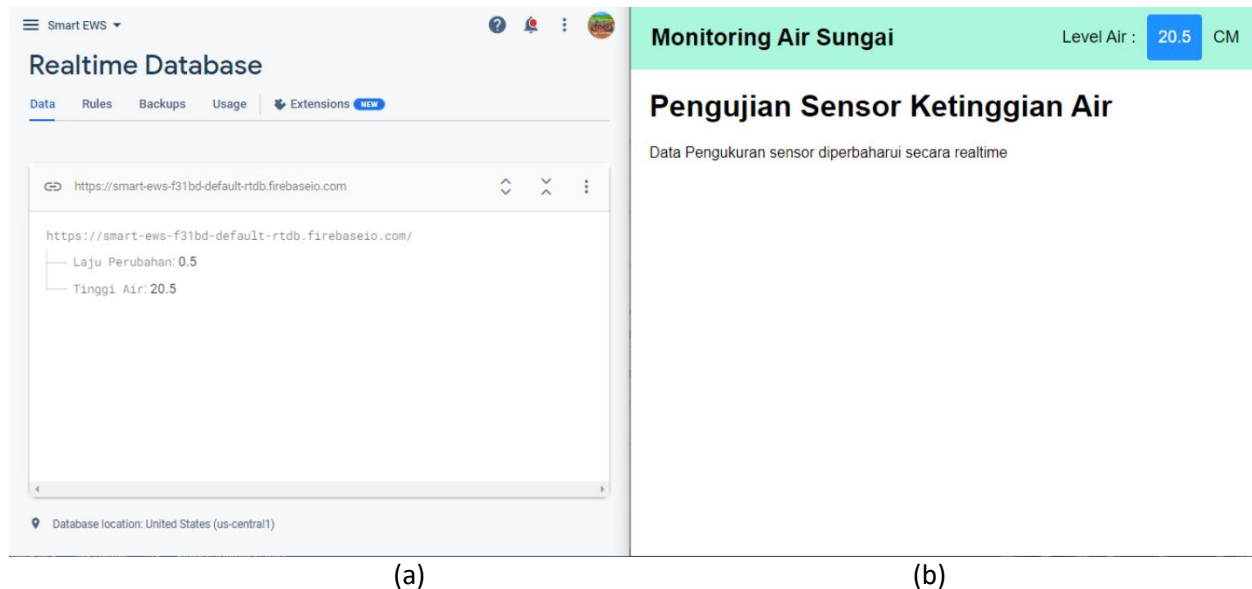
Tabel 2 Hasil Pengujian Harware Pemberi Peringatan

No.	Setting waktu	Laju Perubahan (cm/menit)	Batas Luapan	Tinggi Permukaan Air	Tinggi Permukaan Air saat Aksi peringatan
Peringatan 1	15	0,75	40	28,75	29,5
Peringatan 2	10	0,75		32,5	33,75
Peringatan 3	5	0,75		36,25	36,5
Peringatan 4	0	0,75		40	40,25

Data rekomendasi hasil perhitungan berdasarkan laju perubahan dan batas luapan akan mendapatkan rekomedasi tinggi permukaan air untuk memberikan peringatan. Tinggi permukaan air saat alarm tanda peringatan dibunyikan dapat dilihat pada kolom Tinggi permukaan air saat aksi peringatan. Hasil pengujian ini menunjukkan keberhasilan hardware sistem pemberi peringatan memberikan peringatan suara pada saat tinggi permukaan air telah melebihi batas rekomendasi pemberi peringatan.

d. Hasil Pengujian Web Monitoring

Prototype yang dibangun dalam penelitian ini dilengkapi dengan sistem monitoring level ketinggian permukaan air yang dapat di akses secara umum melalui web browser. Perubahan data yang ditampilkan dalam tampilan browser terupdate secara realtime sesuai data yang ada pada realtime database. Sistem monitoring di uji secara fungsinya dengan memantau perubahan data pada reltime database secara bersamaan. Contoh tangkapan layar yang di ambil saat melakukan pengujian dapat dilihat pada gambar 13. Gambar sebelah kiri adalah tampilan node pada firebase realtime database. Gambar sebelah kanan adalah tampilan yang dapat diakses secara umum melalui web browser.



Gambar 13. (a) Hasil node pada *firebase realtime database* (b) tampilan web browser

4. SIMPULAN

Berdasar pada hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi rancangan dengan akurasi pembacaan level ketinggian air pada $+1\text{cm}$, sistem dapat mengukur laju permukaan berdasarkan perubahan ketinggian permukaan pada setiap waktu. Pada jaringan internet yang stabil pengiriman data dari hardware pembaca tinggi permukaan air ke *firebase realtime database* tingkat keberhasilannya mencapai 100%. Dengan tundaan waktu update maksimum adalah 1 detik. Sistem pemberi peringatan juga dapat bekerja dengan baik dan dapat memberikan peringatan sesuai waktu yang ditentukan.
- Sistem monitoring juga berhasil ditambahkan dalam sistem dan bekerja dengan baik melalui antarmuka web browser dengan sistem auto update data.

DAFTAR PUSTAKA

- I. H. ARD, "RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA BANJIR PADA SUNGAI TUNTANG KEDUNGJATI BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN TEKNOLOGI IOT," *JURNAL ELEKTRONIKA DAN KOMPUTER*, pp. 20-30, 2018.
- O. S. W. Q. Acep Taufik Nurojab, "Rancang Bangun Alat Monitoring Ketinggian Air Sebagai Peringatan Dini Bencana Banjir," *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, vol. 2, no. 2, pp. 84-92, 2021.
- R. Annisa, "RANCANG BANGUN ALAT PERINGATAN DINI BENCANA BANJIR BERBASIS MIKROKONTROLER PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI MUSI (STUDI KASUS TUSAN KIRAP SEKAYU)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Sekayu*, vol. VII, no. 1, pp. 23-37, 2018.
- Arafat, "SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266," *Technologia*, vol. 7, no. 4, pp. 262-268, 2016.
- D. K. F. T. S. Armanda Suryaningrat, "PEMANFAATAN GOOGLE FIREBASE PADA SISTEM TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS INTERNET OF THINGS," *Dinamika Rekayasa*, vol. 17, no. 1, pp. 1-9, 2021.
- www.jahankit.ir, "JSN-SR04T-2.0," www.jahankit.ir, -, -.
- M. Schwartz, *Home Automation With the ESP8266*, Switzerland: open home automation, 2015.
- R. Juliarto, "www.dicoding.com," Dicoding Intern, 25 November 2020. [Online]. Available: <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-firebase-pengertian-jenis-jenis-dan-fungsi-kegunaannya/>. [Accessed 3 January 2023].
- Robot Wiki, "DFPlayer Mini SKU:DFR0299 - Robot Wiki," www.dfrobot.com, -, 2014.