

Sistem Monitoring Untuk Mengukur Ketinggian Air Sungai Citarum Berbasis IoT

1st Muhammad Fikru Al Bayyan

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

mfikrualbayyan@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Randy Erfa Saputra

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

resaputra@telkomuniversity.ac.id

3rd Ratna Astuti

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ratnaan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Banjir terjadi dikarenakan sumber-sumber air tersebut tidak mampu lagi menampung banyaknya air, sehingga air meluap melampaui batas-batas sumber air. Sering terjadinya banjir di daerah Sungai Citarum, Bandung membuat masyarakat sekitar khawatir dan tidak bisa mengantisipasi datangnya banjir. Dengan adanya alat ini, diharapkan dapat membantu masyarakat Desa Bojongsoang khususnya sekitar Sungai Citarum untuk memonitoring ketinggian air dan mengetahui kondisi Sungai Citarum secara real-time. Oleh karena itu dibuatlah alat monitoring berbasis IoT dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266. Sensor Ultrasonik HC-SR04 mengirimkan data yang mana nantinya data tersebut akan diterima langsung oleh masyarakat melalui aplikasi maupun website. Alat pengukur ketinggian air Sungai Citarum yang telah dirancang berhasil dibuat, dengan nilai kalibrasi terendah adalah 99.15% dan tertinggi 100% maka alat memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Adapun waktu pengiriman data ketinggian permukaan air dari alat ke database adalah 5 sampai 8 detik.

Kata kunci— banjir, HC-SR04, IoT, sungai citarum, NodeMCU ESP8266

Abstract— Floods occur because these water sources are no longer able to accommodate the amount of water, so that the water overflows beyond the boundaries of the water source. The frequent occurrence of floods in the Citarum River area, Bandung makes the surrounding community worried and unable to anticipate the arrival of floods. With this tool, it is hoped that it can help the people of Bojongsoang Village, especially around the Citarum River, to monitor water levels and find out the condition of the Citarum River in real-time. Therefore, an IoT-based monitoring tool was made using ultrasonic sensors HC-SR04 connected with NodeMCU ESP8266. Ultrasonic Sensor HC-SR04 sends data which will be received directly by the public through the application or website. The Citarum River water level gauge that has been designed has been successfully made, with the lowest calibration value being 99.15% and the highest being 100%, the tool has a high level of accuracy. The time for sending water level data from the tool to the database is 5 to 8 seconds.

Keywords— flood, citarum river, HC-SR04, IoT, NodeMCU ESP8266

Banjir adalah peristiwa tergenangnya daratan, yang biasanya kering, oleh air yang berasal dari sumber-sumber air di sekitar daratan. Sumber-sumber air tersebut antara lain sungai, danau, dan laut. Yang hanya bersifat sementara karena bisa surut kembali. Banjir terjadi karena sumber-sumber air tersebut tidak mampu lagi menampung banyaknya air, baik air hujan, salju yang mencair, maupun air pasang sehingga air meluap melampaui batas-batas sumber air. Air yang meluap tersebut juga tidak mampu diserap oleh daratan di sekitarnya sehingga daratan menjadi tergenang. Hujan yang sangat deras dalam jangka waktu yang lama adalah penyebab umum terjadinya banjir di dunia. Hujan yang deras di daerah hulu sungai dapat menyebabkan terjadinya banjir bandang. Banjir bandang adalah banjir yang besar yang datang secara tiba-tiba dan mengalir deras sehingga menghanyutkan benda-benda besar, misalnya batu dan kayu[1].

Pada zaman sekarang pertumbuhan teknologi sangat pesat terutama pada teknologi *Internet of Things* (IoT), banyak sekali manfaat yang bisa digunakan dan diterapkan pada kehidupan dan lingkungan sekitar. *Internet of Things* (IoT) merupakan sebuah konsep jaringan yang luas dan dapat diakses melalui internet kapan saja.

Air sungai di daerah Bandung masih banyak yang belum terkontrol dan mengakibatkan masyarakat kurang siap saat terjadinya banjir. Saat memasuki musim hujan debit air yang tidak terkontrol mengakibatkan meluapnya air sungai, sehingga Sering kali masyarakat sekitar aliran sungai terkena dampak banjir karena tidak mengetahui kapan air sungai akan meluap. Oleh karena itu alat ini dibuat untuk membantu masyarakat di Kota Bandung khususnya yang berada di sekitar Sungai Citarum yang mengalir di Desa Bojongsoang agar mempermudah masyarakat untuk memantau kondisi banjir saat musim hujan. Pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh melalui website dan aplikasi yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun.

II. KAJIAN TEORI

A. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer[2]. Sudah banyak sekali perangkat yang terhubung dengan IoT. Sebagai contoh adalah *smarthome* yang menghubungkan perangkat elektronik seperti pintu, lampu, AC, dan perangkat lainnya yang tersambung menggunakan internet. Dengan semakin majunya teknologi di masa ini, akan lebih berkembang lagi IoT yang dapat digunakan pada kehidupan manusia sehari-hari[3].

B. Firebase

Firebase adalah suatu layanan dari Google untuk memberikan kemudahan bahkan mempermudah para developer aplikasi dalam mengembangkan aplikasinya. *Firebase* alias *BaaS(Backend as a Service)* merupakan solusi yang ditawarkan Google untuk mempercepat pekerjaan developer[4].

C. ESP8266

ESP8266 merupakan modul *WiFi* yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3V dengan memiliki tiga mode *WiFi* yaitu *Station*, *Access Point* dan *Both* (Keduanya)[5].

D. HC-SR04

HC-SR04 merupakan sebuah sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai pemantul gelombang suara untuk mengukur suatu objek. Pada penelitian ini HC-SR04 digunakan untuk mengukur ketinggian air pada Sungai Citarum dengan intensitas ketinggian air *low*, *medium*, *high*[6]. HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu *ultrasonic transmitter* dan *ultrasonic receiver*. Fungsi dari *ultrasonic transmitter* adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian *ultrasonic receiver* menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek[7].

E. Water Level Float Switch

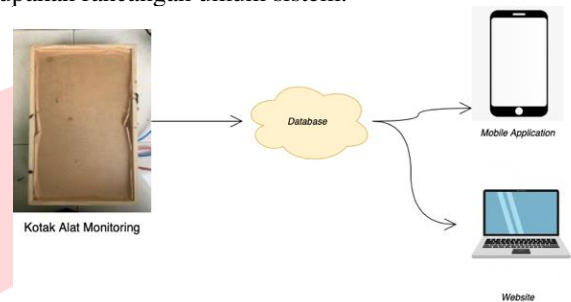
Water Level Float Switch adalah sensor level kontinu yang menampilkan pelampung magnet yang naik dan turun level cairan berubah. Pergerakan pelampung menciptakan medan magnet yang menggerakkan sakelar buluh tertutup rapat yang terletak di batang sensor level, memicu sakelar untuk membuka atau menutup[8].

III. METODE

Desain sistem pada penelitian ini bertujuan untuk memonitoring ketinggian air pada Sungai Citarum. Alat ini berbasis NodeMCU ESP8266 sebagai *board* mikrokontroler utama yang terdiri dari beberapa komponen didalamnya yaitu Sensor Ultrasonik HC-SR04, *Water Level Float Switch*, *Power Supply*, Baterai 18650mAh, *Access Point*, dan *Firebase*.

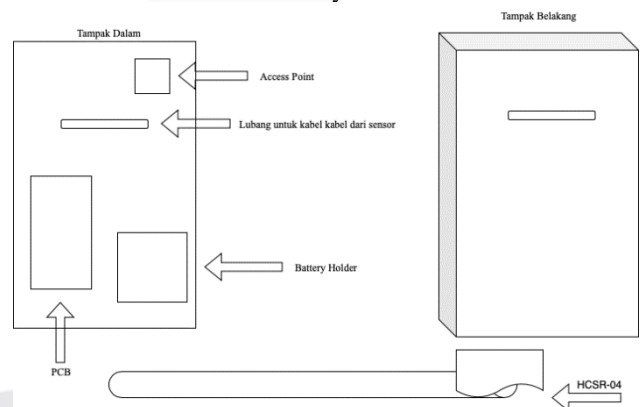
Input bagian NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai *board* mikrokontroler utama, HC-SR04 sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai

pemantul gelombang suara untuk mengukur intensitas ketinggian air. Lalu ada sensor *Water Level Float Switch* yang berguna untuk mengetahui jika air sudah mencapai titik tertentu. Sedangkan pada bagian output terdiri dari beberapa komponen yaitu *Power Supply* digunakan untuk menyalakan alat yang tersambung dengan Baterai 18650mAh, dan *Access Point* merupakan komponen yang berfungsi sebagai penghubung NodeMCU ESP8266 ke internet. Lalu jika data sudah didapat, data akan dikirim dengan *real-time* ke *database Firebase*. Dimana rancangan ini dibuat untuk peringatan kepada warga sekitar jika terjadinya peninggian air sungai yang akan menyebabkan banjir. Gambar 1 merupakan rancangan umum sistem.



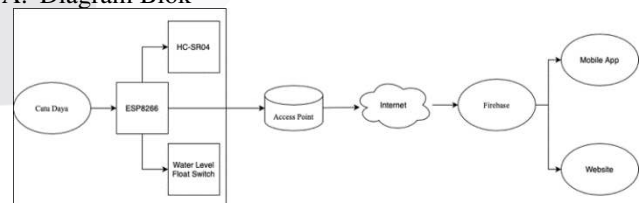
GAMBAR 1
RANCANGAN UMUM SISTEM

Pada Gambar 2 menunjukkan ilustrasi alat monitoring sebagai desain awal perancangan *case* pada tabung yang terbuat dari bahan material kayu.



GAMBAR 2
ILUSTRASI ALAT MONITORING

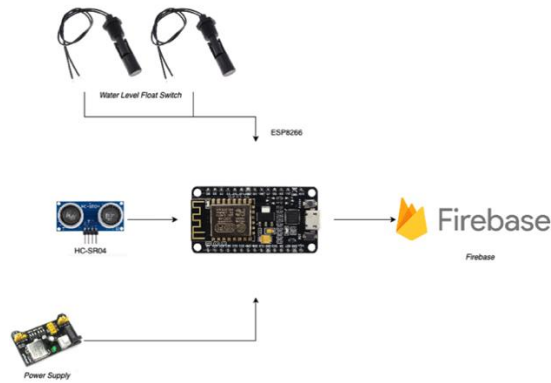
A. Diagram Blok



GAMBAR 3
DIAGRAM BLOK

Pada Gambar 2 merupakan diagram blok pada alat *Sistem Monitoring Untuk Mendeteksi Ketinggian Air Sungai Citarum Berbasis IoT* ini terdiri dari beberapa komponen. Di sisi pengiriman terdapat NodeMCU ESP8266, Sensor HC-SR04, *Water Level Float Switch*, *Power Supply*, dan *Access Point*. Sedangkan dari sisi penerima terdapat *Firebase*, Aplikasi Seluler, *Website*.

B. Desain Perangkat Keras



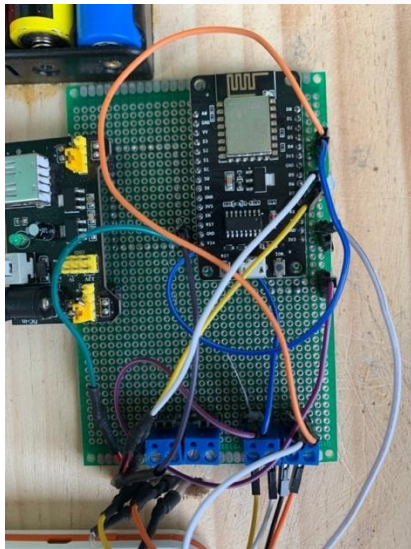
GAMBAR 4
DESAIN PERANGKAT KERAS

Pada Gambar 4 adalah desain perangkat keras pada proyek tugas akhir ini adalah membuat sistem monitoring berbasis IoT yang berbasis NodeMCU ESP8266 sebagai pengirim sementara *Firestore* menjadi penerima. Oleh karena itu *input* pada perangkat keras terdiri dari, NodeMCU sebagai mikrokontroler, ESP8266 sebagai penghubung NodeMCU ke internet, HC-SR04 sebagai sensor pengukur ketinggian air melalui pemantul gelombang suara, *Power Supply* untuk penyedia daya yang dialiri oleh baterai atau listrik, *Water Level Float Switch* untuk mengukur ketinggian air jika sudah sampai di titik tertentu,

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Perangkat Keras

Setiap komponen sudah dirancang dan dikonfigurasi sesuai dengan pin yang telah didefinisikan sebelumnya. Pada pengujian kali ini dilakukan pada sensor HC-SR04 dan *Water Level Float Switch*. Untuk membaca ketinggian air pada sungai dibutuhkan variabel tersebut untuk disimpan pada mikrokontroler. Pada Gambar 5 menunjukkan semua perangkat yang sudah terhubung dengan komponen yang ada pada PCB.



GAMBAR 5
KOMPONEN YANG SUDAH TERPASANG PADA PCB

Sedangkan pada Gambar 6 merupakan kotak alat yang sudah terhubung dengan seluruh komponen.



GAMBAR 6
PERANGKAT KERAS

B. Pengujian Kalibrasi HC-SR04

Pengujian yang dilakukan pada HC-SR04 ini adalah dimana sensor ini mengukur ketinggian air. Dan pengujian ini dilakukan untuk mengkalibrasi HC-SR04 sebelum digunakan di lapangan.

Berikut adalah skema pengujian dari alat yang dibuat. Setelah diperoleh data dari pengujian yang dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap jarak pengukuran melalui air. Langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan persentase (%) kesalahan pada pengukuran tersebut dan objek yang diukur pada alat pengukur jarak di air. Rumus persentase kesalahan sebagai berikut:

Kesalahan rata rata (%) pada jarak

$$\text{Persentase kesalahan} = \frac{\text{aktual} - \text{terbaca}}{\text{aktual}} \times 100\%$$

TABEL 1
PERSENTASE KESALAHAN

Tinggi Air	Persentase Kesalahan
10 cm	0%
20 cm	0%
30 cm	0%
40 cm	0%
50 cm	0%
60 cm	0%
70 cm	0.85%
80 cm	0.5%
90 cm	0.3%
100 cm	0.6%
110 cm	0.18%
120 cm	0.33%
130 cm	0.31%
140 cm	0.28%
150 cm	0.26%
160 cm	0.125%
170 cm	0%
180 cm	0.22%
190 cm	0%
200 cm	0.3%

Data pada Tabel 1, didapatkan dari hasil rumus

$$\text{Persentase kesalahan} = \frac{\text{aktual} - \text{terbaca}}{\text{aktual}} \times 100\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kalibrasi ini dapat diterima dan digunakan pada alat yang dengan nilai kesalahan data minimal 0% dan maksimal 0.85% pada ketinggian air 70 cm. Dari data di atas, didapatkan grafik rata-rata pengukuran jarak yang dihasilkan oleh alat sebagai berikut.



GAMBAR 7
GRAFIK PENGUKURAN

Berdasarkan pada Gambar 7 di atas terlihat sensor HC-SR04 bekerja secara akurat pada air. Selain itu dari pengukuran yang telah dilakukan oleh sensor HC-SR04, didapatkan hasil seperti tabel di atas.

C. Pengujian Kalibrasi Water Level Float Switch

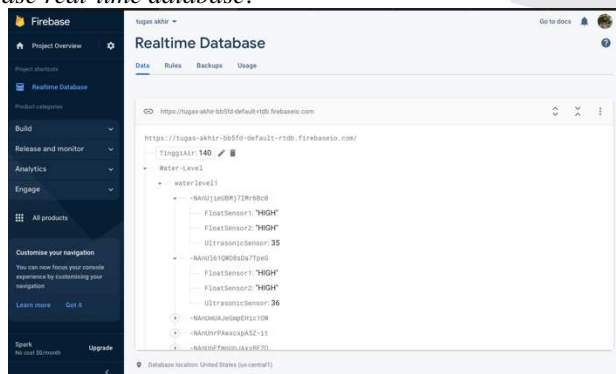
Pengujian ini dilakukan dengan *Water Level Float Switch* yang terhubung pada ESP8266 dan ditempatkan pada sungai dengan jarak 1 meter dan 2 meter dibawah daratan untuk melihat level ketinggian air telah mencapai level normal atau bahaya.

TABEL 2
KALIBRASI WATER LEVEL FLOAT SWITCH

Pengujian	Fungsi	Output	Hasil Uji
Water Float Level Switch (1)	Mengukur ketinggian jika sudah sampai ketinggian 1 meter	Jika High, maka air sudah melewati batas dari 1 meter.	Berhasil
Water Float Level Switch (2)	Mengukur ketinggian jika sudah sampai ketinggian 2 meter	Jika High, maka air sudah melewati batas dari 2 meter.	Berhasil
Water Float Level Switch (1)	Mengukur ketinggian jika sudah sampai ketinggian 1 meter	Jika Low, air belum melewati batas dari 1 meter.	Berhasil
Water Float Level Switch (2)	Mengukur ketinggian jika sudah sampai ketinggian 1 meter	Jika Low, air belum melewati batas dari 2 meter.	Berhasil

D. Pengujian Tes Koneksi ke Database

Data hasil pada pembacaan sensor HC-SR04 serta *Water Level Float Switch* akan diterima oleh ESP8266 lalu data dikirim ke *firebase*. Di dalam *firebase* kita dapat melihat bahwa data yang dikirim sesuai dengan data yang tampil pada Serial Monitor di Arduino IDE dengan *delay* 5000ms pengiriman ke *database*. Berikut adalah data yang masuk ke *firebase real-time database*:



GAMBAR 8
DATABASE REAL-TIME

E. Pengujian Alat Saat di Sungai

Pengujian dilakukan selama 7 hari, dengan tujuan untuk memonitoring ketinggian air sungai. Data diambil setiap 10 menit selama 1 jam dan disimpan pada *firebase*. Berikut data-data yang sudah didapat. Kotak alat ditempatkan dari daratan ke permukaan air dengan jarak 100 cm. Angka ketinggian air sungai didapat dengan rumus:

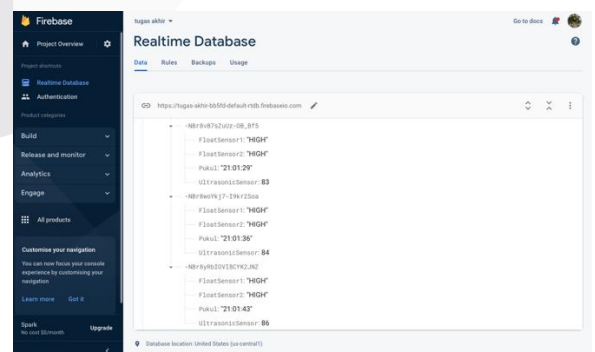
Tinggi Air = Kedalaman Sungai - Jarak Pembacaan Sensor

TABEL 3
PENGUJIAN ALAT

Hari	Ketinggian Air Sungai dari Alat ke Permukaan Air	Rata-Rata Ketinggian Air Sungai	Water Level Float Switch 1	Water Level Float Switch 2
Hari ke-1	32	32	LOW	HIGH
	32			
	32			
	32			
	32			
Hari ke-2	42	42	LOW	HIGH
	42			
	42			
	42			
	42			
Hari ke-3	36	64.6	LOW	HIGH
	36			
	36			
	36			
	32			
Hari ke-4	50	35.3	LOW	HIGH
	50			
	50			
	50			
	48			
Hari ke-5	85	84.6	HIGH	HIGH
	85			
	85			
	83			
	85			
Hari ke-6	43	43	LOW	HIGH
	43			
	43			
	43			
	43			
Hari ke-7	92	91	HIGH	HIGH
	92			
	92			

F. Pengujian Timestamp

Berikut adalah waktu pengambilan data pada alat monitoring untuk riwayat waktu saat data terkirim ke *firebase*. Data terkirim dengan jarak waktu 5 detik sampai 8 detik.



GAMBAR 9
PENGUJIAN TIMESTAMP

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian studi kasus pada Tugas Akhir yang telah dilakukan, berikut kesimpulan yang dapat diambil

adalah alat pada pengukuran Sungai Citarum dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, serta HC-SR04 dan Water Float Level Switch sebagai sensor. Berdasarkan hasil kalibrasi HC-SR04 dari 10 cm sampai 200 cm, maka didapatkan nilai akurasi terendah adalah 99.15% dan tertinggi adalah 100%. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, alat monitoring berhasil mengambil data ketinggian permukaan air dengan waktu minimal 5 detik dan maksimal 8 detik.

B. Saran

Beberapa saran dapat digunakan untuk mengembangkan perangkat keras Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dibutuhkan pos penjagaan untuk menjaga alat agar tidak dicuri dan dapat dipantau dengan mudah.
2. Dibutuhkan kabel yang panjang untuk sensor agar alat dapat ditempatkan lebih jauh diatas permukaan air sungai.
3. Dibutuhkan material berkualitas bagus agar alat bisa tahan lama.
4. Dibutuhkan aliran listrik agar alat efisien dan praktis untuk digunakan jangka panjang.

REFERENSI

- [1] "Pengertian Banjir dan Penyebabnya - Geografi.org." <https://www.geografi.org/2018/02/pengertian-banjir-dan-penyebabnya.html> (accessed Sep. 05, 2022).
- [2] "ARTIKEL INTERNET OF THINGS | SMKN 4 TANGERANG SELATAN." <https://www.smkn4tangsel.sch.id/read/7/artikel-internet-of-things> (accessed Sep. 10, 2022).
- [3] F. Panduardi, S. Haq, P. Studi, T. Informatika, and P. N. Banyuwangi, "WIRELESS SMART HOME SYSTEM MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS ANDROID," 2016.
- [4] "Apa itu Firebase? Pengertian, Jenis-Jenis, dan Fungsi Kegunaannya - Dicoding Blog." <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-firebase-pengertian-jenis-jenis-dan-fungsi-kegunaannya/> (accessed Sep. 10, 2022).
- [5] "Pengertian Modul Wifi ESP8266 - Warriornux." <https://www.warriornux.com/pengertian-modul-wifi-esp8266/> (accessed Aug. 27, 2022).
- [6] N. I. Abdulkhaleq, I. J. Hasan, and N. A. J. Salih, "Investigating the resolution ability of the HC-SR04 ultrasonic sensor," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 745, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/745/1/012043.
- [7] U. Hasanuddin, "Tugas Sensor Ultrasonik," pp. 1–12, 2016.
- [8] "Float Level Switch : Pengertian dan Cara Kerja - Indonesia Industrial Parts." <https://inaparts.com/measurement/level-measurement/float-level-switch/> (accessed Aug. 22, 2022).