

RANCANG BANGUN MONITORING DETEKSI BANJIR BERBASIS INTERNET OF THINGS MELALUI KENDALI APLIKASI INSTANT MESSENGER (STUDI KASUS: SUNGAI MAS)

Desfianto¹, Billy Montolalu, S.Kom., M.Kom.²

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Surabaya

¹desfianto@student.telkomuniversity.ac.id, ²billymontolalu@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Bencana alam sering terjadi di Indonesia karena lokasinya di antara dua lempeng benua dan garis khatulistiwa, menyebabkan iklim tropis dengan curah hujan tinggi yang membuat negara ini rentan terhadap banjir, terutama di wilayah barat. Tugas akhir ini mengembangkan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau banjir sungai, menggunakan mikrokontroler Nodemcu, sensor ultrasonik, dan WiFi yang terhubung dengan aplikasi Telegram dan website. Penulis fokus pada pembuatan, desain, dan uji coba aplikasi Telegram, website, serta alat seperti lampu LED dan *OLED* untuk memantau banjir sungai.

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan fungsionalitasnya. Pengujian ini dilakukan selama 20 hari dan menggunakan skenario kenaikan air sungai yang dikategorikan dalam tiga status: aman (0-20 cm), sedang (21-40 cm), dan bahaya (41-60 cm). Hasil pengujian Quality of Service (QoS) menunjukkan delay rata-rata sensor 1 sebesar 41,78 ms, sensor 2 sebesar 39,62 ms, throughput rata-rata sensor 1 sebesar 636,704 bps, sensor 2 sebesar 846,232 bps, packet loss pada sensor 1 sebesar 4,07%, sensor 2 sebesar 2,96% dan waktu respons rata-rata sensor 1 sebesar 1,7 ms, sensor 2 sebesar 1,6 ms. Simulasi kecepatan aliran air dari sensor 1 ke sensor 2 dengan jarak 3 meter menggunakan pipa talang air PVC menunjukkan rata-rata waktu aliran air 0,76 (m3/s). Pengujian kecepatan aliran air dari sensor 1 ke sensor 2 dengan jarak 200 meter menunjukkan rata-rata waktu aliran air kategori aman sebesar 399,84 (m3/s).

Kata kunci : Banjir, *Fuzzy Logic*, NodeMCU, Ultrasonik, Telegram.

Abstract

Natural disasters often occur in Indonesia due to its location between two continental plates and the equator, causing a tropical climate with high rainfall that makes the country prone to flooding, especially in the western region. This final project develops an Internet of Things (IoT)-based system to monitor river flooding, using a Nodemcu microcontroller, ultrasonic sensor, and WiFi connected to a Telegram application and website. The author focuses on the creation, design, and testing of the Telegram application, website, and devices such as LED and OLED lights to monitor river flooding.

System testing was conducted to ensure functionality. This test was conducted for 20 days and used a scenario of rising river water categorized into three statuses: safe (0-20 cm), medium (21-40 cm), and danger (41-60 cm). Quality of Service (QoS) test results show the average delay of sensor 1 is 41.78 ms, sensor 2 is 39.62 ms, the average throughput of sensor 1 is 636.704 bps, sensor 2 is 846.232 bps, packet loss on sensor 1 is 4.07%, sensor 2 is 2.96% and the average response time of sensor 1 is 1.7 ms, sensor 2 is 1.6 ms. Simulation of water flow velocity from sensor 1 to sensor 2 with a distance of 3 meters using PVC gutter pipes shows an average water flow time of 0.76 (m3/s). Testing the speed of water flow from sensor 1 to sensor 2 with a distance of 200 meters shows an average safe category water flow time of 399.84 (m3/s).

Keywords: Flood, *Fuzzy Logic*, NodeMCU, Ultrasonic, Telegram.

1. Pendahuluan

Bencana alam sering terjadi di Indonesia, terutama banjir, karena letak geografisnya yang berada di antara pertemuan dua lempeng benua dan garis khatulistiwa, sehingga memiliki iklim tropis dengan curah hujan tinggi [1]. Banjir sering melanda wilayah barat karena curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian tengah dan timur Indonesia, serta daerah rendah yang rentan [2].

Daerah Ngagel, Kec. Wonokromo sering mengalami banjir akibat meluapnya Sungai Mas, yang berdampak pada masyarakat sekitar bantaran sungai. Meskipun pengerukan sungai telah dilakukan pada Februari 2022, pendangkalan kembali terjadi pada Oktober 2022, yang menjadi faktor penyebab seringnya banjir di area tersebut [3]. Untuk mencegah banjir, diperlukan sistem pemantauan ketinggian air yang memberikan informasi cepat dan real-time [4].

Pemanfaatan teknologi, khususnya Internet of Things (IoT), dalam pemantauan tinggi air sungai sangat efektif dalam biaya, waktu, manajemen, dan sumber daya manusia [5]. IoT memungkinkan pemantauan sistem jarak jauh secara real-time.

Penelitian ini berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Banjir Berbasis Internet of Things dengan Kendali Aplikasi Instant Messenger”. Perangkat ini dirancang untuk memberikan peringatan dini tentang banjir dan menyampaikan informasi melalui Telegram dan Website, menggunakan Metode Fuzzy Logic untuk mengklasifikasikan ketinggian air dalam zona aman, waspada, atau bahaya. Sistem ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C yang diinstal pada mikrokontroler [6]. Telegram dan Website berfungsi memberikan peringatan ketika ketinggian air mencapai level tertentu dengan waktu respons pengiriman data ketinggian air dalam 1 detik. Sistem ini segera memperbarui hasil responsnya dengan cepat, memberikan pembaruan perbandingan waktu respons dalam milidetik untuk menentukan kecepatan aliran air dan kemungkinan terjadinya banjir, berdasarkan data dari sensor 1 dan sensor 2 yang dipasang berjarak 200 meter.

2. Dasar Teori

2.1 Banjir

Banjir adalah suatu peristiwa di mana wilayah atau daratan tergenang air akibat peningkatan volume air. Selain itu, banjir dapat disebabkan oleh tingginya debit aliran sungai yang melebihi kondisi normal, akibat hujan terus-menerus di hulu atau di lokasi tertentu. Hal ini menyebabkan sungai tidak mampu menampung air, sehingga meluap dan membanjiri area sekitarnya [7].

2.2 Sistem Peringatan Dini Banjir

Sistem peringatan banjir ini mengaktifkan status peringatan banjir jika ketinggian air mencapai batas tertentu. Sistem ini dibangun dengan tujuan untuk mengurangi kerugian yang timbul akibat banjir. Informasi diperlukan untuk peringatan banjir dalam bahasa yang mudah dipahami oleh masyarakat umum. Untuk memastikan bahwa sistem secara keseluruhan berfungsi secara sinergis, skema atau jaringan peringatan dini banjir harus diperkuat dan didistribusikan ke seluruh bagian masyarakat [8].

2.3 Internet of Things (IoT)

IoT adalah sistem di mana berbagai objek dapat terhubung satu sama lain melalui jaringan internet. Sistem operasi dalam IoT dirancang untuk mengendalikan objek yang terhubung dengan sangat efisien. Dalam konteks keahlian autonomik pada skala besar dalam sistem IoT yang sangat kompleks ini, optimalisasi dan pemahaman khusus setiap komponen menjadi sangat penting. Keamanan informasi pribadi memiliki peran signifikan karena sistem IoT menangani data pribadi dan keamanan yang sangat krusial. IoT mencakup berbagai bidang, termasuk keamanan, data pribadi, layanan, arsitektur, bisnis, manajemen sistem, dan aspek lainnya [9].

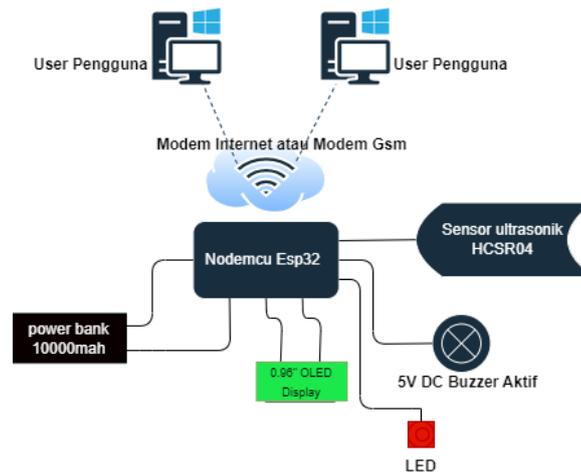
2.4 Telegram

API Bot Telegram adalah antarmuka pemrograman aplikasi (API) yang digunakan untuk melakukan pemantauan jarak jauh dengan menggunakan bot sebagai program yang beroperasi di server. Telegram adalah layanan aplikasi yang digunakan pengguna untuk mengirim atau pertukaran pesan, gambar, video, atau pengiriman dokumen dan jenis file lainnya [10]. Pengguna Telegram dapat mengobrol dalam grup dan mengirim pesan teks dan suara. Fungsionalitas dalam bentuk API (*Application Programming Interface*) untuk komunitas yang lebih besar merupakan salah satu keunggulan program Telegram dibandingkan dengan layanan sejenis lainnya. Dua jenis API, TDLib (*Telegram Database Library*) dan Bot API (*Bot Engine*) [11].

3. Perancangan Sistem

3.1 Desain Sistem

Konsep sistem pada tugas akhir ini adalah *monitoring* banjir sungai mas menggunakan konsep *Internet of Things* sehingga dapat memberikan informasi kepada masyarakat. Pada penelitian kali ini difokuskan untuk mengetahui ketinggian air sungai dengan menggunakan sensor ultrasonik. Kemudian data yang didapat dikirimkan ke Nodemcu setelah itu data yang telah didapatkan dikirimkan ke telegram atau website dan *alarm* peringatan sebagai peringatan awal terjadinya kenaikan ketinggian air.



Gambar 3. 1 Desain Model Sistem

Gambar 3.1 di atas menunjukkan gambaran umum desain sistem pada tugas akhir ini. Bagian pertama terdiri dari power bank yang berfungsi untuk mengaktifkan mikrokontroler NodeMCU. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air sungai. NodeMCU mengontrol keseluruhan sistem, sementara WiFi menyediakan koneksi internet untuk sistem. NodeMCU kemudian mengirimkan data ke Telegram dan Website jika mengalami kenaikan pada zona waspada dan bahaya *buzzer* atau *alarm* akan menyala.

3.2 Tahap Perancangan Sistem

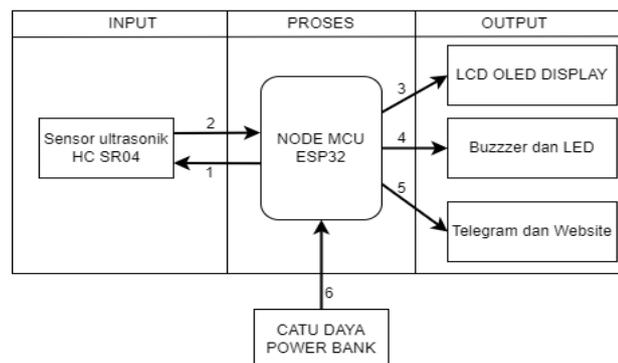
Perancangan sistem ini menyajikan gambaran keseluruhan cara kerja sistem yang akan dibuat, untuk memudahkan proses pembuatan

Tabel 3. 1 Komponen penyusun

| Bahan | Jumlah |
|--------------------------|--------|
| box kotak | 2 |
| ESP32 | 2 |
| Sensor Ultrasonik | 2 |
| PCB Single Layer | 1 |
| <i>Buzzer</i> Aktif | 2 |
| <i>Oled display</i> 0.96 | 2 |
| Led | 2 |
| Resistor 220 ohm | 2 |
| Powerbank | 2 |

3.2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Diagram blok pada sistem *monitoring* banjir sungai berbasis *Internet of Things* dapat dilihat pada gambar 3.2.

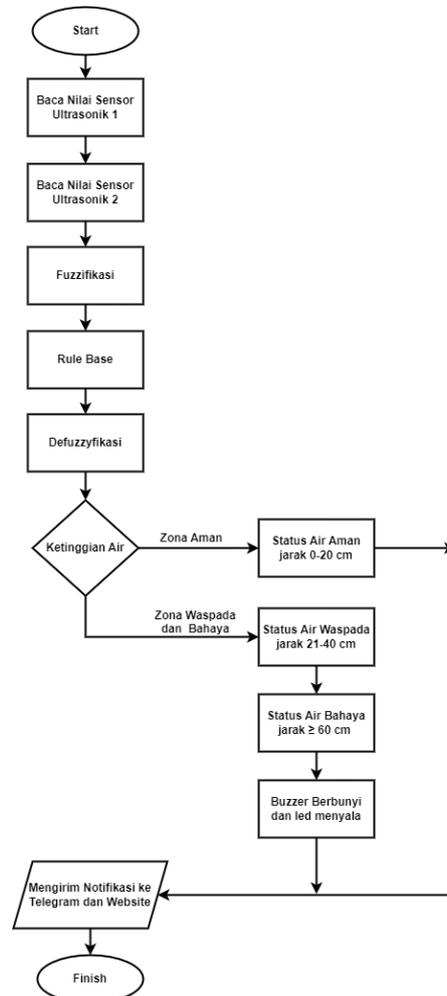


Gambar 3. 2 Diagram blok sistem

Dimulai dengan pemberian catu daya oleh PowerBank yang mengaktifkan mikrokontroler NodeMCU. Sensor ultrasonik kemudian mulai mengukur ketinggian air sungai dan mengirimkan data tersebut ke NodeMCU. NodeMCU memproses data sesuai dengan program yang telah dipasang, kemudian mengirimkan data ketinggian air sungai secara waktu nyata (*real-time*). Data tersebut ditampilkan pada layar OLED, sementara LED akan menyala apabila ketinggian air mencapai kondisi waspada atau bahaya. *Buzzer* akan berbunyi sebagai peringatan dini jika terjadi kenaikan signifikan pada ketinggian air sungai. Selain itu, data ketinggian air sungai juga dikirim ke platform Telegram dan situs web untuk memungkinkan pemantauan secara terus-menerus. Proses selesai.

3.2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

Gambar 3.3 menunjukkan alur sistem penerapan uji coba sistem monitoring banjir air sungai berbasis *Internet of Things* pada tugas akhir ini.

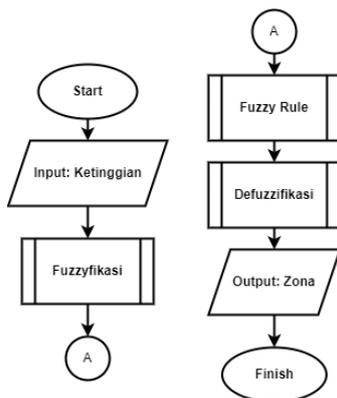


Gambar 3.3 Alur Penerapan

Langkah pertama adalah memulai proses awal. Sensor membaca jarak ketinggian air sebagai input untuk mengetahui jarak air ke permukaan, sehingga Nodemcu dapat mendefinisikan status. Nodemcu menerima dan memproses status dari sensor 1 dan sensor 2 berdasarkan jarak yang telah ditentukan. Fungsi *fuzzy logic* mengkategorikan ketinggian air ke dalam zona aman, waspada, dan bahaya. Fuzzifikasi menghitung nilai tegas dari sensor HC-SR04 dan mengubahnya ke nilai fungsi keanggotaan, lalu *rule base* mengikuti aturan dari fungsi logika diikuti oleh proses defuzzifikasi untuk menginterpretasikan nilai fuzzy menjadi keputusan nyata. Nodemcu kemudian mengirimkan sinyal ke *oled display*, led dan *buzzer* serta mengirimkan informasi status waspada atau bahaya banjir ke Telegram dan Website secara *real-time*.

3.2.3 Rangkaian Alur Fuzzy Logic

Gambar 3.4 menunjukkan flowchart *fuzzy logic* untuk metode ketinggian air pada monitoring banjir berbasis *Internet of Things*.

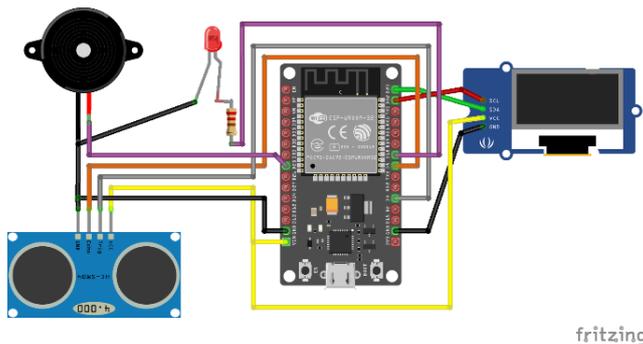


Gambar 3. 4 Flowchart *Fuzzy Logic*

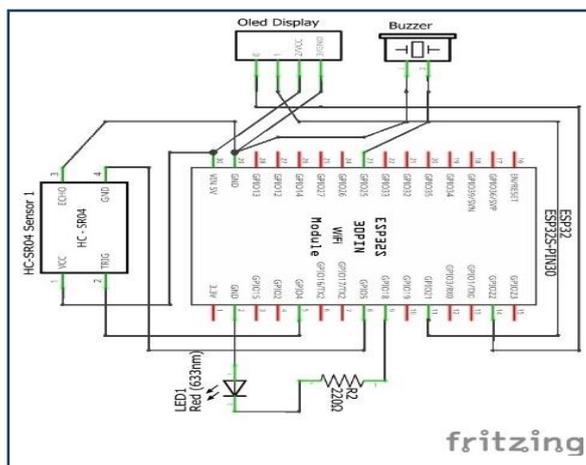
Langkah pertama sensor membaca jarak ketinggian air, hal tersebut sebagai *inputan* ke alat untuk mengetahui jarak. Langkah kedua fungsi *fuzzy logic* untuk ketinggian yaitu zona bahaya, waspada, aman. dan *rule base* yaitu mengikuti aturan dari fungsi *logic*. Berikutnya, tahap ini Fuzzifikasi akan menghitung nilai kepastian yang dihasilkan oleh sensor HC SR04 dengan membaca jarak antar ketinggian kolom air dan mengubahnya menjadi nilai fungsi keanggotaan. Pada langkah ketiga, aturan fuzzy dari proses logika fuzzy menghasilkan aturan yang biasa disebut aturan fuzzy. Aturan fuzzy adalah aturan yang dibuat dalam kondisi tertentu. Langkah terakhir yaitu proses defuzzifikasi digunakan untuk menginterpretasikan nilai dasar fuzzy menjadi keputusan tertentu atau bilangan real.

3.3 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Dalam skema ini akan menjelaskan bagaimana hubungan antara komponen pada sistem pemantauan atau deteksi banjir .Berikut skema rangkaian komponen-komponen dari sistem pemantauan atau deteksi banjir.



Gambar 3. 5 Rangkaian Keseluruhan Sistem



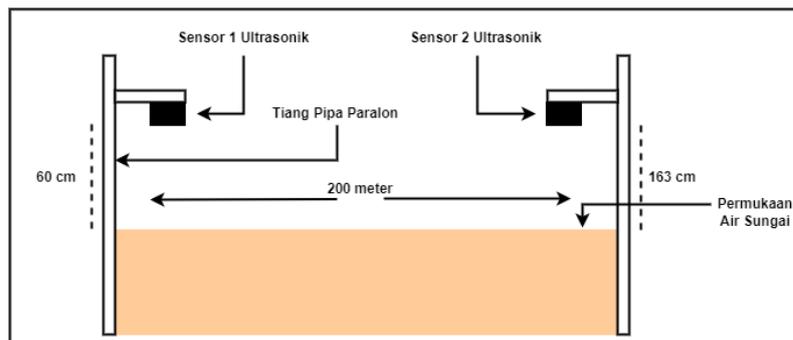
Gambar 3. 6 Skematik Rangkaian Sistem

Pada sistem pemantauan atau deteksi banjir, ESP32 Dev Kit V1 berperan sebagai inti yang mengkoordinasi operasi keseluruhan dengan presisi. Sensor tunggal yang dimiliki, yaitu Sensor Ultrasonik HC SR04, diintegrasikan dengan ESP32 untuk memantau perubahan tinggi air secara real-time [14]. Power bank 10000mAh, dengan sumber daya yang berlimpah dan koneksi fleksibel melalui masukan usb-c dan micro, menjamin kelangsungan operasi sistem dalam situasi darurat. Konfigurasi pin yang teliti dari semua komponen adalah fondasi kritis dari fungsionalitas sistem ini. Memahami dan mengimplementasikan konfigurasi pin dengan benar memastikan keterhubungan yang efisien dan akurat antara perangkat keras, sehingga meningkatkan kinerja dan keandalan sistem dalam mengatasi tantangan banjir.

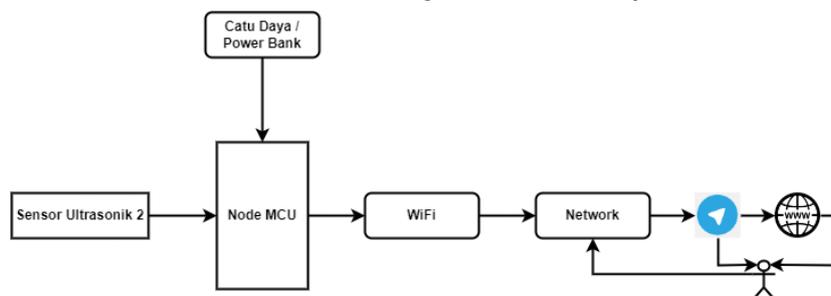
3.4 Skenario Pengujian

Skenario pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah skenario pengujian tinggi muka air sungai, pengujian akan dilakukan pada kenaikan tinggi muka air sungai dalam satuan centimeter dan jarak antara sensor 1 dan sensor 2 adalah 200 meter.

Skenario pengujian ketinggian air sungai diklasifikasikan kedalam tiga kategori yaitu kategori aman, waspada, dan bahaya. Oleh karena itu, pada skenario pengujian ini, pengukuran kenaikan muka air sungai yang digunakan adalah 0 hingga 20 cm, 21 hingga 40 cm, dan 41 hingga 60 cm.



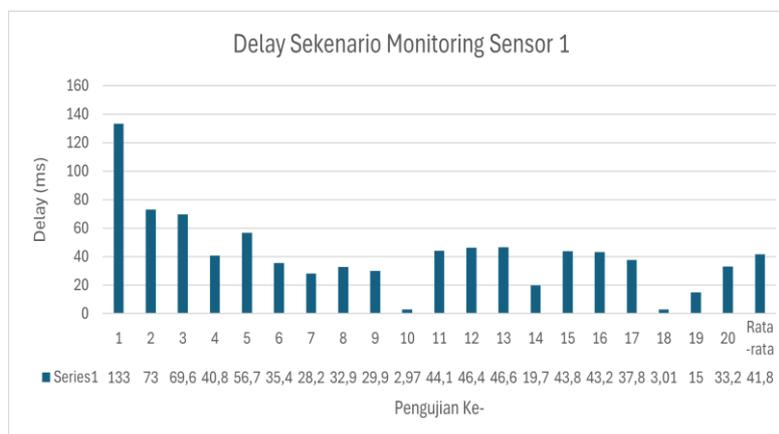
Gambar 3. 7 Rancangan alat deteksi banjir



Gambar 3. 8 Diagram alir skenario pengujian sistem sensor 1 dan 2

4. Hasil Pengujian dan Analisis

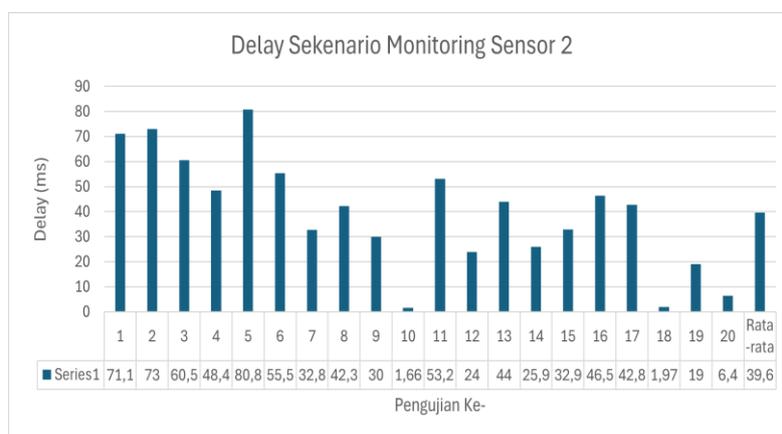
4.1 Hasil Pengujian Delay Sensor 1 dan Sensor 2 Pada Jaringan



Gambar 4. 1 Delay Sensor 1

Setelah menjalani duapuluh iterasi pengujian *delay* pada skenario pemantauan banjir dan rob berbasis *Internet of Things*, ditemukan bahwa *delay* terendah terjadi pada pengujian kesepuluh dengan *delay* sebesar 2,97 ms, sementara *delay* tertinggi tercatat pada pengujian pertama dengan jumlah 133,39 ms.

Dari hasil percobaan dan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata *delay* pada sensor 1 dari perangkat pemantauan banjir sungai berbasis *Internet of Things* sebesar 41.78 ms. Dengan kategori QoS *delay* pada tabel 2.5 yang berkaitan dengan transfer/pengambilan data besar, dapat disimpulkan bahwa rata-rata *delay* pada sensor 1 pada pengujian sistem pemantauan banjir sungai berbasis *Internet of Things* masuk dalam kategori *delay* sangat bagus.



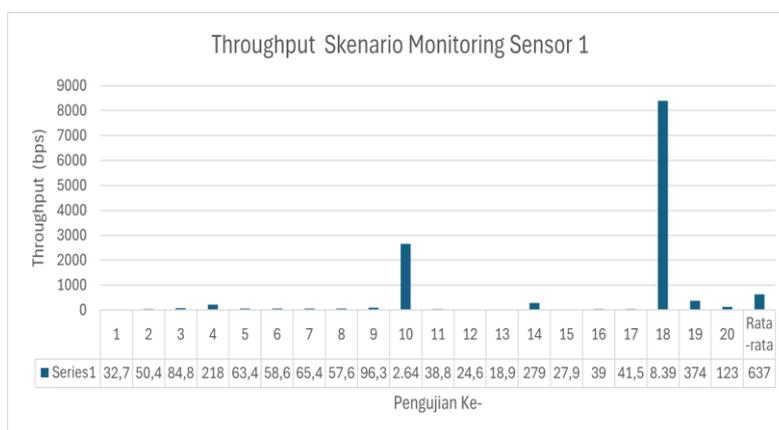
Gambar 4. 2 Delay Sensor 2

Setelah menjalani duapuluh iterasi pengujian *delay* pada skenario pemantauan banjir dan rob berbasis *Internet of Things*, ditemukan bahwa *delay* terendah terjadi pada pengujian kesepuluh dengan *delay* sebesar 1,66 ms, sementara *delay* tertinggi tercatat pada pengujian kelima dengan jumlah 80,79 ms.

Dari hasil percobaan dan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata *delay* pada sensor 2 dari perangkat pemantauan banjir sungai berbasis *Internet of Things* sebesar 39,62 ms. Dengan kategori QoS *delay* pada tabel 2.5 yang berkaitan dengan transfer/pengambilan data besar, dapat disimpulkan bahwa rata-rata *delay* pada sensor 2 pada pengujian sistem pemantauan banjir sungai berbasis *Internet of Things* masuk dalam kategori *delay* sangat bagus.

Dalam pengujian *delay* pada sistem pemantauan banjir sungai berbasis *Internet of Things*, ditemukan variasi hasil *delay* yang berbeda pada setiap percobaan. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan variasi ini termasuk kualitas jaringan internet yang tidak optimal, kondisi cuaca yang buruk yang dapat mempengaruhi kecepatan sinyal, serta jumlah paket yang dikirim yang juga dapat mempengaruhi *delay*.

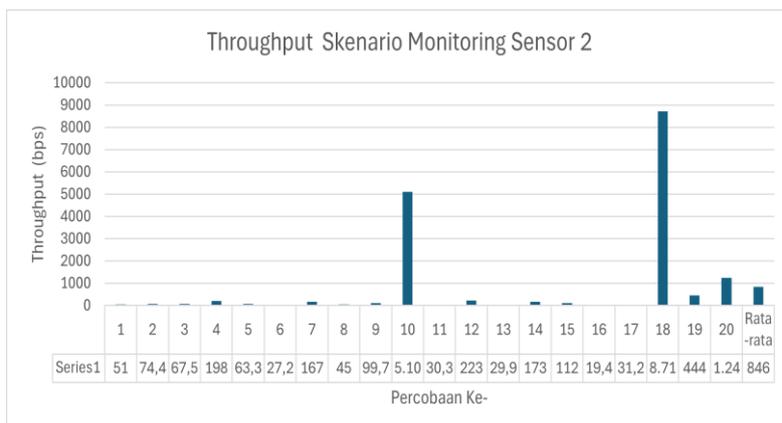
4.2 Hasil Pengujian *Throughput* Sensor 1 dan Sensor 2 Pada Jaringan



Gambar 4. 3 Throughput Sensor 1

Setelah menjalankan dua puluh iterasi pengujian pada sensor 1 *throughput* pada sistem pemantauan banjir dan rob berbasis *Internet of Things*, ditemukan bahwa *throughput* terendah terjadi pada pengujian ketiga belas dengan jumlah 18,92 bps, sementara *throughput* tertinggi tercatat pada pengujian kedelapan belas dengan jumlah 8.392,24 bps.

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata *throughput* pada sensor 1 dari perangkat pemantauan banjir sungai berbasis *Internet of Things* sebesar 636,704 bps dalam kategori jelek.



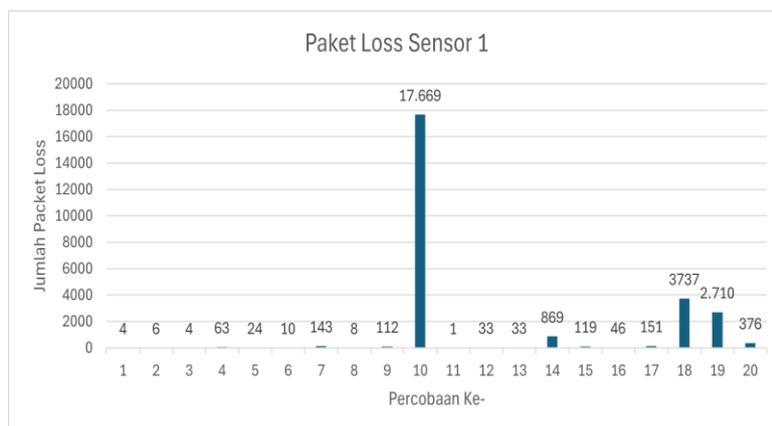
Gambar 4. 4 *Throughput* Sensor 2

Setelah menjalankan dua puluh iterasi pengujian pada sensor 2 *throughput* pada sistem pemantauan banjir dan rob berbasis *Internet of Things*, ditemukan bahwa *throughput* terendah terjadi pada pengujian ketiga belas dengan jumlah 27,184 bps, sementara *throughput* tertinggi tercatat pada pengujian kedelapan belas dengan jumlah 8.714,632 bps.

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata *throughput* pada sensor 2 dari perangkat pemantauan banjir sungai berbasis *Internet of Things* sebesar 846,2324 bps kategori sedang.

Dari hasil pengujian *throughput* dalam sistem pemantauan banjir dan rob berbasis *Internet of Things*, ditemukan variasi nilai *throughput* pada setiap pengujian. Variasi ini mungkin disebabkan oleh perbedaan jarak antara node yang dapat mempengaruhi jumlah *throughput* pada setiap pengujian.

4.3 Hasil Pengujian *Packet Loss* Sensor 1 dan Sensor 2 Pada Jaringan



Gambar 4. 5 *Packet Loss* Sensor 1

Melalui serangkaian dua puluh pengujian pada sensor 1, setiap percobaan menunjukkan fluktuasi dalam jumlah total paket yang dikirim. Pada pengujian pertama hingga ketiga, tercatat 4, 6, dan 4 paket masing-masing, sementara pada pengujian keempat dan kelima, terdapat kehilangan sebanyak 63 dan 24 paket. Pengujian keenam mencatat kehilangan sebanyak 10 paket, dan pada pengujian ketujuh, terjadi kehilangan sebanyak 143 paket. Pada pengujian kedelapan, terdapat kehilangan sebanyak 8 paket, sementara pengujian kesembilan dan kesepuluh menunjukkan peningkatan sebanyak 112 dan 17.669 paket, dan pada pengujian kesebelas terjadi kehilangan 1 paket. Pengujian keduabelas dan ketigabelas mencatat kehilangan masing-masing sebanyak 33 dan 33 paket, sedangkan pada pengujian keempatbelas terjadi peningkatan sebanyak 869 paket. Pengujian kelima belas, enam belas, dan tujuh belas mengalami kehilangan paket masing-masing sebanyak 119, 46, dan 151 paket, sedangkan pada pengujian delapan belas, sembilan belas, dan dua puluh terjadi kehilangan masing-masing sebanyak 3737, 2.710, dan 376 paket.

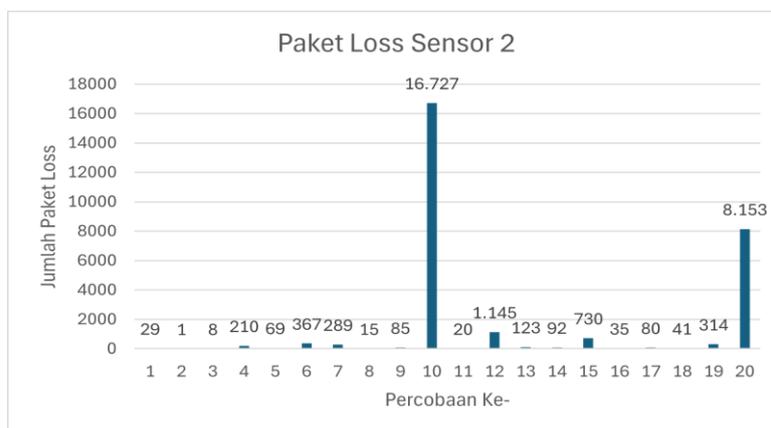
Berdasarkan pengujian paket yang telah dilakukan pada sensor 1, perhitungan *packet loss* pada perangkat pemantauan banjir sungai berbasis *Internet of Things* dilakukan dengan menerapkan rumus sebagai berikut.

$$Packet Loss = \frac{(Paket\ dikirim - Paket\ diterima) \times 100\ \%}{Paket\ data\ dikirim}$$

$$Packet Loss = \frac{(641286 - 615.168) \times 100\ \%}{641286}$$

$$= 4,07\ \%$$

Setelah melalui serangkaian percobaan dan perhitungan, ditemukan hasil *packet loss* dari perangkat pemantauan banjir berbasis *Internet of Things* sebesar 4,07 % yang menandakan kategori bagus.



Gambar 4. 6 *Packet Loss* Sensor 2

Melalui serangkaian dua puluh pengujian pada sensor 2, setiap percobaan menunjukkan fluktuasi dalam jumlah total paket yang dikirim. Pada pengujian pertama hingga ketiga, tercatat 29, 1, dan 8 paket masing-masing, sementara pada pengujian keempat dan kelima, terdapat kehilangan sebanyak 210 dan 69 paket. Pengujian keenam mencatat kehilangan sebanyak 367 paket, dan pada pengujian ketujuh, terjadi kehilangan sebanyak 289 paket. Pada pengujian kedelapan, terdapat kehilangan sebanyak 15 paket, sementara pengujian kesembilan dan kesepuluh menunjukkan peningkatan sebanyak 85 dan 16.727 paket, dan pada pengujian kesebelas terjadi kehilangan 20 paket. Pengujian kedua belas dan ketigabelas mencatat kehilangan masing-masing sebanyak 1145 dan 123 paket, sedangkan pada pengujian keempat belas terjadi peningkatan sebanyak 92 paket. Pengujian kelima belas, enam belas, dan tujuh belas mengalami kehilangan paket masing-masing sebanyak 730, 35, dan 80 paket, sedangkan pada pengujian delapan belas, sembilan belas, dan dua puluh terjadi kehilangan masing-masing sebanyak 41, 314, dan 8153 paket.

Berdasarkan pengujian paket yang telah dilakukan pada sensor 2, perhitungan *packet loss* pada perangkat pemantauan banjir sungai berbasis *Internet of Things* dilakukan dengan menerapkan rumus sebagai berikut.

$$Packet Loss = \frac{(Paket\ dikirim - Paket\ diterima) \times 100\ \%}{Paket\ data\ dikirim}$$

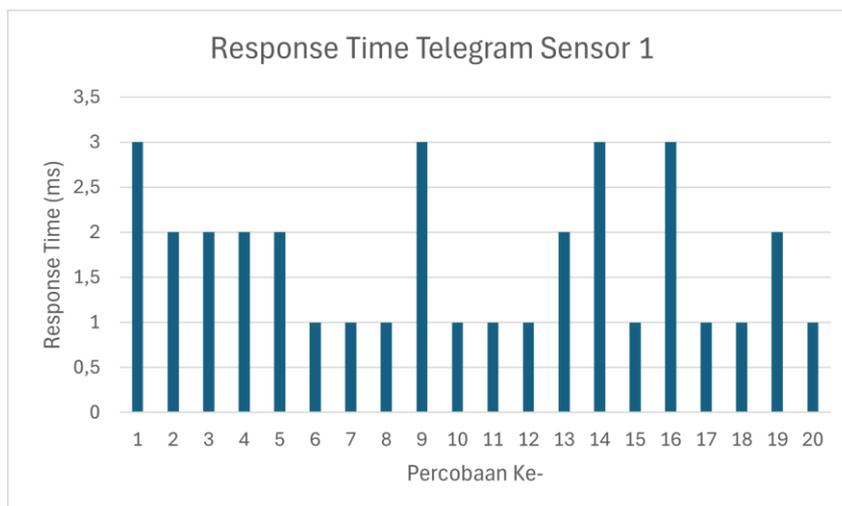
$$Packet Loss = \frac{(961368 - 932.835) \times 100\ \%}{961368}$$

$$= 2,96\ \%$$

Setelah melalui serangkaian percobaan dan perhitungan, ditemukan hasil *packet loss* dari perangkat pemantauan banjir berbasis *Internet of Things* sebesar 2,96 % yang menandakan kategori sangat bagus.

Dalam skenario pengujian *packet loss* sensor 1, sebanyak 641.286 paket dikirim dan 615.168 paket diterima, menandakan adanya 26118 paket yang hilang selama pengujian ini. Sedangkan pengujian *packet loss* sensor 2, sebanyak 961.368 paket dikirim dan 932.835 paket diterima, menandakan adanya 28533 paket yang hilang selama pengujian. Hal ini disebabkan oleh kesalahan dalam sistem yang mengakibatkan penumpukan paket dan kepadatan, sehingga beberapa paket hilang karena mencari jalur alternatif untuk menghindari kepadatan tersebut.

4.4 Hasil Pengujian *Response Time* Sensor 1 dan Sensor 2

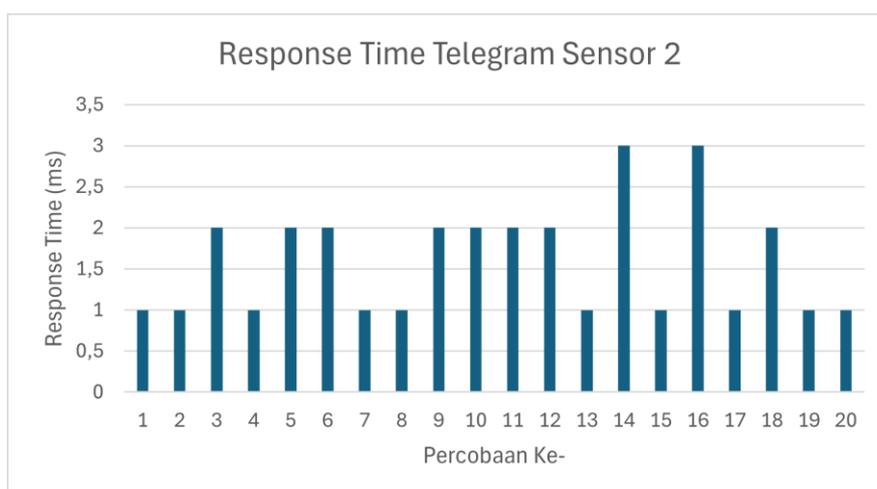


Gambar 4. 7 *Response Time* Sensor 1

Proses penghitungan rata-rata *response time* pada telegram dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Response Time} &= \frac{\text{Total Respon Time}}{\text{Jumlah data}} \\ &= \frac{34}{20} \\ &= 1,7 \text{ ms} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil percobaan dan perhitungan yang dilakukan maka diperoleh rata-rata waktu respon alat pemantau banjir di Telegram sebesar 1,7 ms.



Gambar 4. 8 *Response Time* Sensor 2

Proses penghitungan rata-rata *response time* pada telegram dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Response Time} &= \frac{\text{Total Respon Time}}{\text{Jumlah data}} \\ &= \frac{32}{20} \\ &= 1,6 \text{ ms} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil percobaan dan perhitungan yang dilakukan maka diperoleh rata-rata waktu respon alat pemantau banjir di Telegram sebesar 1,6 ms.

Pada skenario pengujian *respon time*, rata-rata waktu respon sensor 1 adalah 1,7 ms. Sedangkan pengujian *respon time* menghasilkan rata-rata respon *time* sensor 2 sebesar 1,6 ms. Hal ini dipengaruhi oleh koneksi Internet jadi durasi waktu respon berbeda-beda.

4.1 Simulasi dan Analisis Monitoring Banjir

Simulasi ini bertujuan untuk menilai kinerja sistem pemantauan banjir air sungai sebelum dilakukan pengujian langsung. Selain itu, analisis dilakukan terhadap kecepatan aliran air dan kemungkinan terjadinya banjir berdasarkan data dari sensor 1 dan sensor 2 yang dipasang dengan jarak 3 meter, serta menggunakan pipa talang air PVC sepanjang 3 meter dalam tugas akhir ini.

Tabel 4. 1 Hasil Simulasi pengujian sensor 1 dan 2

| Ketinggian Air Sensor Ultrasonik (cm) | Debit Fluida (m ³ /s) | Kategori |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------|
| 0.00 | 1,43 | Aman |
| 0.01 | 1,53 | Aman |
| 1.00 | 1,06 | Aman |
| 1.02 | 1,05 | Aman |
| 2.00 | 0,98 | Aman |
| 2.02 | 1,02 | Aman |
| 3.00 | 0,95 | Aman |
| 3.02 | 0,98 | Aman |
| 4.00 | 1,04 | Aman |
| 4.02 | 0,95 | Aman |
| 4.03 | 0,93 | Aman |
| 5.00 | 0,98 | Aman |
| 5.02 | 0,91 | Aman |
| 5.03 | 0,92 | Aman |
| 5.75 | 0,93 | Aman |
| 5.17 | 0,92 | Aman |
| 5.44 | 0,91 | Aman |
| 6.02 | 0,69 | Aman |
| 6.31 | 0,80 | Aman |
| 7.50 | 0,79 | Aman |
| 5.44 | 0,79 | Aman |
| 6.02 | 0,86 | Aman |
| 7.48 | 0,85 | Aman |
| 7.81 | 0,85 | Aman |
| 9.09 | 0,82 | Aman |
| 7.17 | 0,81 | Aman |
| 9.08 | 0,82 | Aman |
| 7.50 | 0,79 | Aman |
| 10.04 | 0,79 | Waspada |
| 8.44 | 0,80 | Aman |
| 9.08 | 0,79 | Aman |
| 10.67 | 0,85 | Waspada |
| 10.36 | 0,51 | Waspada |
| 11.31 | 0,52 | Waspada |

| Ketinggian Air Sensor Ultrasonik (cm) | Debit Fluida (m ³ /s) | Kategori |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------|
| 10.04 | 0,53 | Waspada |
| 11.32 | 0,53 | Waspada |
| 11.00 | 0,52 | Waspada |
| 11.63 | 0,52 | Waspada |
| 10.36 | 0,49 | Waspada |
| 22.13 | 0,44 | Bahaya |
| 25.03 | 0,44 | Bahaya |
| 11.53 | 0,43 | Waspada |
| 11.32 | 0,43 | Waspada |
| 12.27 | 0,42 | Waspada |
| 11.94 | 0,42 | Waspada |
| 11.96 | 0,42 | Waspada |
| 11.00 | 0,40 | Waspada |
| 12.27 | 0,40 | Waspada |
| 13.14 | 0,40 | Waspada |
| Rata-rata lama waktu | 0,76 (m ³ /s) | |

Pengumpulan data simulasi dilakukan melalui 2 kali pengujian dan pengamatan pada pemantauan banjir air sungai. Hasil perhitungan perhitungan debit fluida atau debit aliran sungai berdasarkan percobaan menunjukkan rata-rata waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari sensor 1 ke sensor 2 menggunakan pipa talang air PVC sepanjang 3 meter, adalah 0,76 (m³ /s).

4.2 Hasil Pengujian Sistem *Monitoring Banjir Sensor 1 dan Sensor 2*

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah seluruh sistem pemantauan banjir di sungai dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan hasil yang diharapkan, serta untuk mengetahui kecepatan aliran air kemungkinan terjadinya banjir berdasarkan sensor 1 dan sensor 2 yang terpasang dengan jarak 200 meter dalam tugas akhir ini.

Langkah pengujian dilakukan dengan cara mengaktifkan sistem menggunakan power bank 10.000mAh kemudian dihubungkan menuju mikrokontroler Nodemcu yang sudah disambungkan dengan jaringan WiFi. Ketika keseluruhan sistem sudah aktif maka sensor ultrasonik mulai mendeteksi ketinggian air setelah ketinggian air terdeteksi maka sistem akan mengirimkan data ketinggian air menuju aplikasi Telegram dan Website secara *real time*.

Apabila ketinggian air melampaui batas yang telah ditetapkan, sistem akan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram atau Website, serta mengaktifkan alarm pada sensor 1 dan sensor 2. Setiap pengiriman data ketinggian air akan disertai dengan pembaruan mengenai perbandingan waktu respons dalam satuan milidetik, yang bertujuan untuk mengetahui kecepatan aliran air dan potensi terjadinya banjir. Data ini diperoleh dari sensor 1 dan sensor 2 yang dipasang dengan jarak 200 meter. Sistem pengawasan banjir ini mengikuti skema pengujian yang terbagi menjadi tiga kategori: pertama, kategori aman ketika ketinggian air naik 0-20 cm; kedua, kategori waspada ketika ketinggian air naik 21-40 cm; dan terakhir, kategori bahaya ketika ketinggian air naik 41-60 cm, dengan penundaan pengiriman notifikasi selama 1 detik ke Telegram dan Website.

Tabel 4. 2 Hasil pengujian Sensor 1 dan 2 di sungai

| Ketinggian Air Sensor Ultrasonik (cm) | Debit Fluida (m ³ /s) | Kategori |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------|
| 1.02 | 675,51 | Aman |
| 1.05 | 271,45 | Aman |
| 1.07 | 252,88 | Aman |
| 1.24 | 234,75 | Aman |
| 1.26 | 263,47 | Aman |

| Ketinggian Air Sensor Ultrasonik (cm) | Debit Fluida (m ³ /s) | Kategori |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------|
| 2.07 | 209,82 | Aman |
| 3.20 | 192,54 | Aman |
| 1.65 | 279,16 | Aman |
| 1.67 | 1000,89 | Aman |
| 1.24 | 248,17 | Aman |
| 1.22 | 265,34 | Aman |
| 1.67 | 728,69 | Aman |
| 2.07 | 191,03 | Aman |
| 2.07 | 194,68 | Aman |
| 1.24 | 392,43 | Aman |
| 1.26 | 1290,32 | Aman |
| 2.11 | 236,59 | Aman |
| 1.29 | 213,33 | Aman |
| 1.24 | 766,60 | Aman |
| 1.26 | 849,13 | Aman |
| 1.29 | 330,48 | Aman |
| 2.07 | 188,68 | Aman |
| 2.50 | 158,19 | Aman |
| 2.50 | 162,01 | Aman |
| Rata-rata lama waktu | 399,84 (m ³ /s) | |

Pengumpulan data dilaksanakan selama 20 hari simulasi pengujian serta pengamatan pada sistem pemantauan banjir air sungai. Hasil perhitungan kecepatan aliran sungai berdasarkan percobaan dan perhitungan yang telah dilaksanakan menunjukkan rata-rata waktu kecepatan aliran sungai dari alat pemantauan banjir dengan sensor 1 menuju sensor 2, yang memiliki panjang 200 meter, mencapai kategori aman sebesar 399,84 (m³/s). Saat menguji sistem pemantauan banjir, kecepatan aliran air di sungai berbasis *Internet of Things*, variabel-variabel yang menyebabkan variasi ini termasuk kualitas jaringan internet yang tidak optimal yang mampu memengaruhi kecepatan sinyal oleh karena itu jumlah data *time* yang dikirim ke Telegram dan Website juga mampu memengaruhi waktu kecepatan aliran air.

5. Kesimpulan

Penelitian tugas akhir ini mencapai beberapa kesimpulan sesuai dengan tujuan tugas akhir. Beberapa dari kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Delay sensor 1 rata-rata 41,78 ms dan delay sensor 2 rata-rata 39,62 ms diperoleh saat menguji delay jaringan untuk pengiriman pesan dari sistem ke aplikasi Telegram dan Website. Hasil ini termasuk dalam kategori delay yang sangat baik.
2. Sistem pemantauan banjir air sungai menjalani pengujian throughput. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor 1 memiliki throughput rata-rata 636,704 bps dalam kategori jelek dan sensor 2 memiliki throughput rata-rata 846,232 bps dalam kategori sedang.
3. Pengujian paket loss dilakukan dalam proses pengiriman data dari sistem ke Telegram dan Website. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada tugas akhir ini, sensor 1 mengalami kehilangan paket sebesar 4,07%, dengan kategori bagus, sedangkan sensor 2 mengalami kehilangan paket sebesar 2,96% dengan kategori sangat bagus.
4. Pengujian dilakukan terhadap response time antara sistem dan peringatan banjir air sungai yang dikirimkan melalui Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata response time sensor 1 dari sistem ke Telegram adalah 1,7 ms, Sedangkan rata-rata response time sensor 2 dari sistem ke Telegram adalah 1,6 ms.
5. Simulasi kecepatan aliran air dari sensor 1 ke sensor 2 dengan jarak 3 meter menggunakan talang PVC menunjukkan bahwa rata-rata waktu kecepatan aliran air mencapai 0,76 (m³/s).
6. Pengujian kecepatan aliran air dari sensor 1 ke sensor 2 dengan jarak 200 meter menunjukkan bahwa rata-rata waktu kecepatan aliran air mencapai kategori aman sebesar 399,84 (m³/s).

Daftar Pustaka:

- [1] Wicaksono A.G, Hasan Y, and Rahman A, “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Banjir pada Waduk Menggunakan Water Level Sensor Berbasis IOT (Internet of Thing),” *JURNAL TEKNIKA*, vol. 15, no. 2, p. : 173-177, 2021, doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7328816>.
- [2] Muhammad Rega Alfiano Setiawan, Arif Rahman Sujatmika, and Winarti, “Prototype Deteksi Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik, Dan Water Level Sensor Dengan Notifikasi Blynk,” *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 4, no. 2, pp. 462–468, 2022.
- [3] Bilal Ramadhan, “Pekot Surabaya: Normalisasi Sungai Kalimas Untuk Cegah Banjir.”
- [4] Dema Viona Ghaisani AUFAR, “Analisis Kualitas Air Sungai Pada Aliran Sungai Kali Surabaya,” *Jurnal Mahasiswa Universitas Negeri Surabaya*, pp. 1–6, 2019.
- [5] Alfin Hady Musyafa and Yulianti, “Perancangan SmartHome Dengan Konsep Internet of Things (Iot) Menggunakan NodeMCUESP8266 Via Telegram Bot,” *urnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 1, no. 6, pp. 1470–1477, 2023.
- [6] Muhammad Ashi Dicky, Deden Wahiddin, and Santi Arum Puspita Lestari, “Penerapan Internet of Things (Iot) Untuk Deteksi & Monitoring Ketinggian Level Air Sungai Dengan Hcsr04 & Water Level Sensor Menggunakan Arduino,” *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, vol. 2, no. 1, pp. 113–120, Jan. 2021.
- [7] Rafiudin Syam, Vina Oktaviani, Yudha Dewantara, Z.E. Ferdi Fauzan Putra, and Wisnu Djatmiko, “implementasi sistem pendeteksi banjir untuk masyarakat jatinegara kaum, pulo gadung, jakarta,” <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/snppm>, vol. 3, pp. 42–51, 2022.
- [8] Restu Adjie Priatim, Muhammad Asri, and Syahrir Abdussamad, “Rancang Bangun Prototipe Peringatan Dini Banjir Menggunakan Raspberry Pi Berbasis IoT,” *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 216–221, 2023.
- [9] Mahendra Gilang and Sukardi, “Rancang Bangun Kontrol Pintu Air Dan Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things (IoT),” *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. Vol 2 No 1, pp. 96–106, 2021.
- [10] D. W. Priyambodo and Jeffri Alfa Razaq, “Rancang Bangun Crm Dengan Api Telegram Pada Sistem Informasi Pelayanan,” *Jurnal Manajemen Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 6, no. 1, pp. 14–25, Jan. 2023, doi: 10.36595/misi.v6i1.695.
- [11] Patimah, Dian Megah Sari, Muh. Fahmi Rustan, and Ismaun Rusman, “Implementasi Prototyping Model untuk Pengembangan Real-Time Notifikasi Telegram Api (Application Programming Interface) p,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, vol. 8, no. 1, pp. 254–258, 2023.