

Perancangan Sistem Deteksi Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Sensor Water Flow

1st Fabio Maisy Sukarno Putra

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fabiomaisy@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ahmad Tri Hanuranto

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

athanuranto@telkomuniversity.ac.id

3rd Fardan

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fardanfnn@telkomuniversity.ac.id

Abstrak —Perancangan ini bertujuan mengembangkan sistem manajemen bencana banjir di wilayah Dayeuhkolot dan Bojongsoang, Kabupaten Bandung, yang sering terkena dampak banjir akibat dekatnya dengan aliran sungai Citarum dan Cikapundung. Menggunakan sensor Ultrasonik dan Waterflow melalui mikrokontroler Esp32, sistem ini mengimplementasikan teknologi Sensor IoT untuk mengukur ketinggian air dan arus air. Data yang terkumpul dianalisis dengan menggunakan Algoritma Random Forest dalam machine learning, menghasilkan klasifikasi tiga status banjir: aman, siaga, dan waspada. Selain itu, sistem ini dapat memprediksi daerah yang mungkin terdampak dan perkiraan kerugian akibat banjir. Informasi hasil analisis ini akan disampaikan melalui sebuah Website kepada pengguna dan masyarakat setempat, memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan yang sesuai guna mengurangi risiko bencana banjir. Hasil dari pengujian ini tentang pengujian akurasi sensor dan pengujian QoS (Quality of Service) didapatkan hasil akurasi sensor 89,33% dan Hasil QoS didapatkan packet loss 2,8%, Throughput 2,398 bits/seconds, Delay 0,24 second, dan Jitter 0,0002713 seconds.

Kata kunci— IoT, QoS, Random Forest, Website

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang beriklim tropis dengan curah hujan yang sangat tinggi. Memasuki musim curah penghujan, banjir masih sering terjadi dan melanda Indonesia. Bencana banjir ini telah menjadi permasalahan yang sering menjadi kecemasan masyarakat karena menimbulkan kerugian yang berdampak pada lingkungan. Banjir juga dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar kepada masyarakat dan juga dapat menimbulkan korban jiwa. Bandung sebagai kota yang memiliki curah hujan tinggi beberapa tahun sekali sering kali mengalami bencana banjir. Salah satu wilayah yang mengalami dampak negatif bencana ini adalah Dayeuhkolot, Baleendah dan Bojongsoang, Kabupaten Bandung. Terletak dekat daerah aliran sungai Citarum yang bermuara dengan sungai Cikapundung, bencana banjir di Dayeuhkolot, Baleendah dan Bojongsoang tak terelakkan terjadi. Bencana banjir disebabkan oleh kurangnya daerah resapan air. Selain kurangnya daerah resapan air, banjir dapat terjadi karena

kurangnya kesadaran manusia untuk menjaga alam dan lingkungan sekitarnya. Dikutip dari visual capitalist, Indonesia berada pada peringkat 23 dari jajaran negara yang memiliki resiko sebesar 27% dengan 75,6 juta populasi yang terancam terkena bencana banjir. Sehingga bencana banjir ini menjadi sorotan pemerintah dengan berbagai upaya penyelesaiannya. Beberapa upaya dari pemerintah telah dilakukan untuk mencegah terjadinya banjir seperti normalisasi sungai, pembangunan bendungan dan meningkatkan kesadaran masyarakat disekitar sungai.

Bencana banjir dapat ditanggulangi dengan adanya alat manajemen bencana banjir.

II. KAJIAN TEORI

A. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah jaringan yang terdapat pada perangkat fisik, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan barang-barang lainnya yang dilengkapi dengan sistem elektronik, perangkat lunak, sensor, actuator, dan konektivitas yang memungkinkan saling terjadinya pertukaran data. IoT dapat menciptakan banyak peluang untuk integrasi langsung dunia fisik ke dalam sistem berbasis komputer, yang menghasilkan peningkatan efisiensi, keuntungan ekonomi, dan pengurangan tenaga manusia.

B. ESP32 WROOM Wi-Fi

Mikrokontroler ESP32 WROOM *Wi-Fi* merupakan modul generasi setelah ESP32 yang memiliki beberapa kelebihan dari ESP8266. Diantaranya adalah memiliki inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat, GPIO yang lebih, dan dapat digunakan sebagai Bluetooth juga. Dengan Perincian 32-bit prosesor, dengan frekuensi 160 kHz, dan memiliki 52 kB RAM.

C. MQTT Broker

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) adalah sebuah protokol komunikasi ringan dan efisien yang digunakan dalam Internet of Things (IoT) untuk pertukaran pesan antara perangkat. Jadi untuk mekanisme dari MQTT ini berupa publish-subscribe, di mana klien dapat menjadi penerbit (publisher) yang mengirimkan pesan ke broker atau

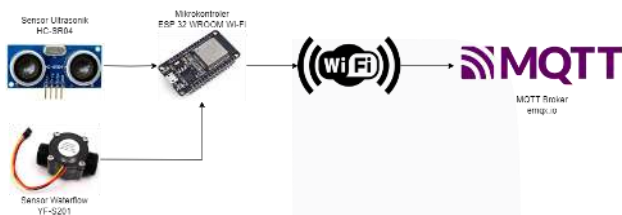
menjadi pelanggan (subscriber) yang menerima pesan dari broker. Diterapkan pada pendeteksi kebocoran pipa yaitu dengan data yang diperoleh oleh alat kemudian di tampung oleh MQTT yang nantinya akan dimasukkan kedalam webserver.

D. Monitoring

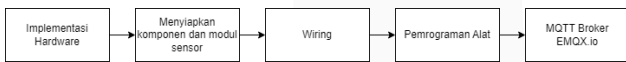
Sistem Pemantauan Jaringan memiliki peran yang sangat penting dalam melakukan pengawasan terhadap segala aktivitas yang terjadi pada perangkat-perangkat yang terhubung dalam suatu jaringan komunikasi. Fungsi utama dari sistem pemantauan ini adalah untuk mengidentifikasi dengan cermat dan akurat, serta membedakan status ketersediaan yang aktif maupun tidak aktif dari setiap perangkat yang terintegrasi dalam jaringan tersebut. Pemantauan ini juga melibatkan proses interaksi dengan sebuah basis data yang beroperasi secara real-time, memastikan bahwa informasi yang dihasilkan dan dianalisis selalu mengikuti perkembangan terbaru secara tepat waktu.

III. METODE

Pada Monitoring terdapat proses perakitan hardware dan compile source pada software Arduino IDE lalu proses deteksi ketinggian air dan kuat arus air oleh kedua sensor pada pengambilan data Selama proses dan meneruskan data yang didapat ke MQTT Broker.



GAMBAR 1
Proses Alur Hardware

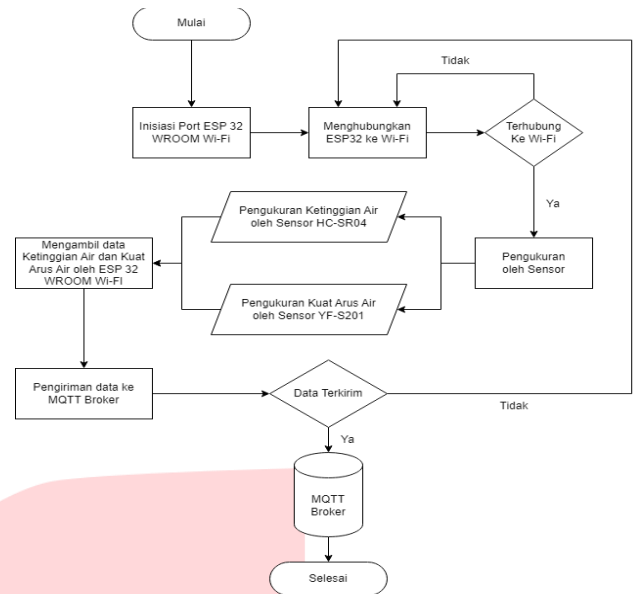


GAMBAR 2
Blok Diagram Sistem

Pada gambar diatas merupakan alur implementasi dari hardware. Implementasi pada sub-sistem yang telah dirancang adalah merakit hardware IoT yang akan digunakan yaitu sensor ultrasonic HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air dan sensor Water Flow YF-S201 untuk mengukur kuat arus air. Kedua sensor tersebut akan dihubungkan dengan sebuah perangkat mikrokontroler ESP32 WROOM Wi-Fi.

A. Alur Kerja Sub Sistem

Cara kerja pada desain system ini adalah menangkap data jarak sensor ultrasonic ke permukaan air oleh sensor HC-SR04 dan kuat arus air oleh sensor Water Flow YF-S201. Data yang telah ditangkap diproses oleh perangkat mikrokontroler Esp 32 W-ROOM dan diteruskan ke MQTT sebagai cloud untuk menyimpan data sementara agar dapat dilanjutkan ke proses klasifikasi data.



GAMBAR 3
Diagram Alir Hardware

B. Perangkat yang Digunakan

Perangkat penyusun yang digunakan dalam merancang Pendeteksi Ketinggian air dan kuat arus air hardware beserta fungsinya masing-masing dapat dilihat pada table berikut.

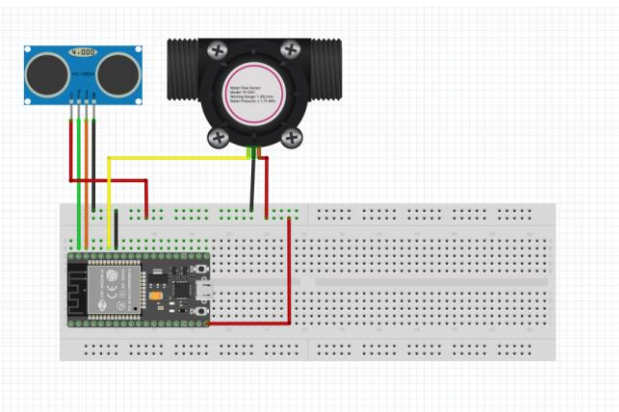
TABEL 1
Komponen Rangkaian

No	Perangkat	Fungsi
1	Mikrokontroler ESP32	Sebagai mikrokontroler yang mengatur sistem hardware pendeteksi
2	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Sebagai pendeteksi ketinggian air
3	Sensor Water Flow YF-S201	Sebagai pendeteksi kuat arus air

C. Perancangan Monitoring

Pada gambar 4.5 merupakan alur implementasi dari Hardware. Implementasi pada sub-sistem yang telah dirancang adalah merakit hardware IoT yang akan digunakan yaitu sensor Ultrasonic HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air dan sensor Water Flow YF-S201 untuk mengukur kuat arus air. Kedua sensor tersebut akan dihubungkan dengan sebuah perangkat mikrokontroler ESP 32 WROOM Wi-Fi.

Wiring semua komponen akan disusun sesuai dengan gambar. yang merupakan scematic yang dibuat dengan bantuan aplikasi fritzing. Dimana semua modul akan dihubungkan satu sama lain agar alat dapat bekerja dengan baik.

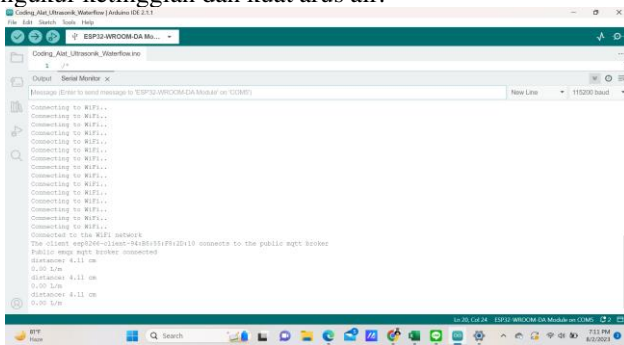


GAMBAR 4
Skematik Rangkain Alat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sistem Alat

Pengujian pada system alat dilakukan dengan cara menguji masing masing sensor untuk melakukan pengukuran terhadap variabel yang digunakan dan memperoleh data yang diinginkan. Melakukan Simulasi yang digunakan untuk menjalankan pengujian adalah penempatan sensor ke akuarium yang diisi dengan air yang mengalir untuk mengukur ketinggian dan kuat arus air.



GAMBAR 5
Pengujian Koneksi Pada Serial Monitor

Pengujian Koneksi pada *serial monitor* dapat dilihat untuk sistem *hardware* untuk koneksi jaringan sudah berhasil terhubung ke jaringan Sensor Ultrasonik dan Sensor Waterflow.

Message (Enter to send message to 'ESP32-WROOM-DA Module' on 'COM5')

```
distance: 12.92 cm
0.00 L/m
distance: 7.92 cm
0.00 L/m
distance: 12.26 cm
0.00 L/m
distance: 12.27 cm
0.00 L/m
distance: 12.26 cm
0.00 L/m
distance: 12.26 cm
0.00 L/m
distance: 12.27 cm
0.00 L/m
distance: 12.26 cm
0.24 L/m
distance: 12.26 cm
3.20 L/m
distance: 12.27 cm
3.44 L/m
distance: 12.27 cm
0.00 L/m
distance: 12.26 cm
0.00 L/m
```

GAMBAR 6
Data Ketinggian Air dan Kuat Arus Air

Pengujian sudah mampu mendapatkan data Ketinggian air dan kuat arus air terlihat pada gambar.

1. Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian akurasi sensor dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor yang telah dibuat dalam membaca nilai. Hal ini ditujukan untuk melihat rentang perbedaan antara Pembanding dan nilai yang berhasil dibaca oleh sensor. Sensor yang akan diuji diantaranya sensor Ultrasonik HC-SR04 dan sensor Waterflow YF-S201. Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan cara melakukan pengukuran sensor alat dan sensor pembanding secara bersamaan. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai akurasi sensor.

a. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian dilakukan dengan melakukan proses pengukuran terhadap sensor dan alat pembanding, membandingkan pembacaan sensor ultrasonik dan pembacaan pada *mistar*.



GAMBAR 7
Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Nama Rumus	Rumus
1	Ultrasonik	$S = \frac{v \cdot t}{2}$

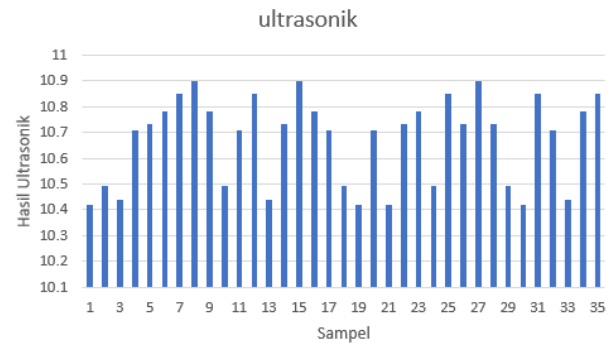
Keterangan :

S = Jarak sensor ke permukaan air
 v = kecepatan frekuensi sensor ultrasonik
 t = selisih waktu pengiriman dan penerimaan

TABEL 2
 Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Sampel	Hasil Sensor	Hasil Alat Pemandangan	Error
1	10,42	11	5,27%
2	10,49	11	4,63%
3	10,44	11	5,09%
4	10,71	11	2,63%
5	10,73	11	2,45%
6	10,78	11	2%
7	10,85	11	1,36%
8	10,9	11	0,9%
9	10,78	11	2%
10	10,49	11	4,63%
11	10,71	11	2,63%
12	10,85	11	1,36%
13	10,44	11	5,09%
14	10,73	11	2,45%
15	10,9	11	0,9%
16	10,78	11	2%
17	10,71	11	2,63%
18	10,49	11	4,63%
19	10,42	11	5,27%
20	10,71	11	2,63%
21	10,49	11	4,63%
22	10,42	11	5,27%
23	10,71	11	2,63%
24	10,42	11	5,27%
25	10,73	11	2,45%
26	10,9	11	0,9%
27	10,73	11	2,45%
28	10,49	11	4,63%
29	10,42	11	5,27%
30	10,85	11	1,36%
31	10,71	11	2,36%
32	10,44	11	5,09%
33	10,78	11	2%
34	10,85	11	1,36%
35	10,44	11	5,09%
Rata-rata Error			10,67%
Akurasi			89,33%

Hasil Pengujian dengan ketinggian air 5 cm, pengujian akurasi yang didapat untuk sensor ultrasonik sebesar 89,33% dengan 35 kali sampel.



GAMBAR 8 Grafik Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

b. Pengujian Sensor Water Flow

Pengujian kalibrasi sensor Waterflow yang digunakan untuk mengukur debit air yang keluar sesuai dengan pengukuran atau tidak. sensor yang digunakan dilakukan sebanyak 15 kali percobaan dalam waktu 1 liter/menit. berikut adalah hasil pengujian kalibrasi sensor waterflow.

TABEL 3
 Kalibrasi Sensor Water Flow

Pengujian	Hasil	Kondisi	Error
1	1,3 L/m	Melebihi 0,3	70%
2	1 L/m	Normal	0%
3	1,01 L/m	Melebihi 0,01	99%
4	0,95 L/m	Kurang 0,5	95%
5	1,07 L/m	Melebihi 0,07	93%
6	1,06 L/m	Melebihi 0,06	94%
7	1,1 L/m	Melebihi 0,1	90%
8	1 L/m	Normal	0%
9	1,15 L/m	Melebihi 0,15	85%
10	1,12 L/m	Melebihi 0,12	88%
11	1,08 L/m	Melebihi 0,08	92%
12	1,06 L/m	Melebihi 0,06	94%
13	1,14 L/m	Melebihi 0,14	86%
14	1,11 L/m	Melebihi 0,11	89%
15	1,06 L/m	Melebihi 0,06	96%

2. Pengujian QoS (Quality of Service)

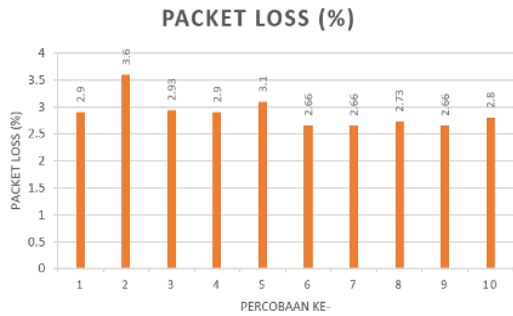
Pengujian QoS merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik kualitas layanan atau jaringan. Pengujian QoS dilakukan dengan bantuan aplikasi *wireshark* untuk mempermudah mengcapture paket-paket yang terekam. Pengujian QoS dilakukan dengan cara menghubungkan

hardware dengan mobile hotspot dari perangkat laptop yang dijadikan sebagai akses poin, kemudian paket - paket dapat di monitor pada wireshark. Standard yang digunakan untuk pengujian QoS ini menggunakan ITU-T G1010.

c. Packet Loss

Packet Loss adalah banyaknya paket yang gagal mencapai tempat tujuan paket tersebut dikirim. Hal ini disebabkan karena kegagalan koneksi dan masalah pada perangkat. berikut adalah rumus untuk mendapatkan packet loss.

$$Packet\ Loss = \left[\left(\frac{Paket\ dikirim - paket\ diterima}{paket\ dikirim} \right) \times 100 \right]$$



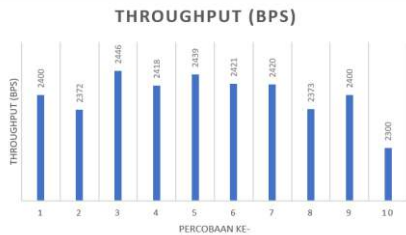
GAMBAR 9 Pengujian Packet Loss

Pada pengujian packet loss dilakukan sebanyak 10 kali percobaan dan didapatkan nilai terendah dengan 2,66% pada percobaan ke 6,7 dan 9 sedangkan nilai tertinggi dengan 3,6% pada percobaan 2. Hasil pengujian packet loss dengan 10 sesi tersebut didapatkan rata-rata sebesar 2,8%.

d. Througput

Througput merupakan kecepatan transfer data. Througput adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. berikut rumus yang digunakan untuk mendapatkan througput :

$$Througput = \frac{Jumlah\ data\ yang\ dikirim}{lama\ waktu\ pengiriman}$$



GAMBAR 10 Pengujian Througput

Pada pengujian Througput dilakukan sebanyak 10 percobaan, didapatkan nilai terendah dengan 2,300 bits / second pada percobaan ke 10 sedangkan nilai tertinggi dengan 2,446 pada percobaan 3. Hasil pengujian Througput dengan 10 kali percobaan tersebut didapatkan rata-rata sebesar 2,398 bits / second.

e. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan sebuah data untuk

menempuh jarak dari asal ke tujuan. berikut adalah rumus yang digunakan untuk mendapatkan delay.

$$Delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ Paket\ yang\ diterima}$$



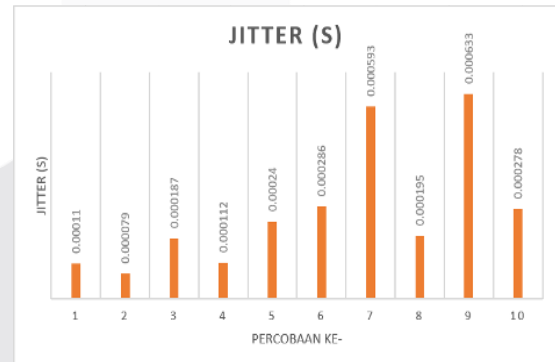
GAMBAR 11 Pengujian Delay

Pada pengujian delay dilakukan sebanyak 10 percobaan dan didapatkan nilai terendah dengan 0,236 s pada percobaan ke 3 sedangkan nilai tertinggi dengan 0,249 s pada percobaan ke 2. Hasil pengujian delay dengan 10 kali percobaan tersebut didapatkan rata-rata sebesar 0,24 second.

f. Jitter

Jitter adalah variasi delay yang disebabkan oleh variasi- variasi panjang antrian dalam waktu mengolah data. Hal ini terjadi ketika paket data mengalami perbedaan waktu dalam perjalanan melalui jaringan. Faktor-faktor yang mengakibatkan Jitter seperti perbedaan. Rute yang diambil oleh paket-paket yang berbeda dan masalah pada perangkat jaringan. Berikut rumus yang digunakan untuk mendapatkan Jitter :

$$Jitter = \frac{Total\ Variasi\ Delay}{Total\ paket\ yang\ diterima}$$



GAMBAR 12 Pengujian Jitter

Pada pengujian Jitter dilakukan sebanyak 10 percobaan, didapatkan nilai terendah dengan 0,00079 second pada percobaan 2 sedangkan nilai tertinggi dengan 0,000633 pada percobaan 9. Hasil pengujian Jitter dengan 10 kali percobaan tersebut didapatkan rata-rata sebesar 0,0002713 second.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian alat hardware yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengujian sensor ultrasonik, dan sensor waterflow bekerja dengan baik. Mikrokontroler ESP32 WROOM Wi-Fi dapat terkoneksi ke jaringan wifi dan

hotspot laptop sebagai *Access Point* yang menyediakan akses internet. Alat berhasil terhubung dengan laptop yang menyediakan jaringan *Wi-Fi* yang menunjukkan ESP32 dapat terhubung. Setelah terhubung ke internet sistem alat bekerja dapat terhubung ke MQTT dengan baik secara *real-time*

Sensor HC-SR04 mampu mendeteksi gelombang suara untuk mendeteksi keberadaan permukaan air, berdasarkan hasil kalibrasi terhadap sensor HC-SR04 didapatkan bahwa sensor HC-SR04 mampu mendeteksi ketinggian air / permukaan air. Dapat dikatakan sensor HC-SR04 dapat digunakan sebagai alat ukur pendeteksi ketinggian air.

Sensor Waterflow mampu mendeteksi debit air, berdasarkan hasil kalibrasi sensor waterflow didapatkan bahwa sensor HC-SR04 mampu mendeteksi debit air. dapat dikatakan sensor waterflow dapat digunakan sebagai alat ukur pendeteksi debit air.

Hasil QoS mampu mengirimkan data dengan cepat berdasarkan hasil pengujian QoS didapatkan nilai Packet Loss didapatkan 2,3%, Throughput 2,398 bits/second, Delay 0,24 Second, dan Jitter 0,2713 Second.

REFERENSI

- [1] Anbarasan, M., Muthu, B. A., Sivaparthipan, C. B., Sundarasekar, R., Kadry, S., Krishnamoorthy, S., Samuel, D. J. R., & Dasel, A. A. (2020). Detection of flood disaster system based on IoT, big data and convolutional deep neural network. *Computer Communications*, 150, 150–157. doi: 10.1016/j.comcom.2020.02.029.
- [2] Sulistyowati, R., Sujono, H. A., & Musthofa, A. K. (2015). SISTEM PENDETEKSI BANJIR BERBASIS SENSOR ULTRASONIK DAN MIKROKONTROLER DENGAN MEDIA KOMUNIKASI SMS GATE WAY. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015* (hal. 49). Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. ISBN 978-602-98569-1-0.
- [3] Zahir, S. B., Ehkan, P., Sabapathy, T., Jusoh, M., Osman, M. N., Yasin, M. N., Abdul Wahab, Y., Hambali, N. A. M., Ali, N., Bakhit, A. S., Husin, F., Md.Kamil, M. K., & Jamaludin, R. (2019). Smart IoT Flood Monitoring System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1339, 012043. doi:10.1088/1742-6596/1339/1/012043.
- [4] Wicaksono, W. A., & Silalahi, L. M. (2020). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Banjir Menggunakan Arduino Dengan Metode Fuzzy Logic. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 11(2), 93.
- [5] Ma, J., Tan, X., & Zhang, N. (2010). FLOOD MANAGEMENT AND FLOOD WARNING SYSTEM IN CHINA. *Irrigation and Drainage*, 59, 17–22. doi: 10.1002/ird.513.
- [6] Wulandari, R. (2016). ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI). *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi Volume 2 Nomor 2 Agustus 2016*. Sukabumi.: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. e-ISSN : 2443-2229.
- [7] Ramadhan, A. B., Sumaryo, S., Priramadhi, R. A. (2019). DESAIN DAN IMPLEMENTASI PENGUKURAN DEBIT AIR MENGGUNAKAN SENSOR WATER FLOW BERBASIS IoT. *e-Proceeding of Engineering : Vol.6, No.2 Agustus 2019 | Page 2623*. Bandung : Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom. ISSN : 2355-9365.