

MONITORING KETINGGIAN AIR BANJIR BERBASIS ANDROID MENGUNAKAN *NODEMCU ESP8266* PADA SUNGAI PESANGGRAHAN KELURAHAN CIPULIR

Ilham Ashara Fadillah^{1*}, Rizky Pradana², Sejati Waluyo³, Reva Ragam Santika⁴

^{1,2,3,4} Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, DKI Jakarta, Indonesia

Email: ^{1*}1911501441@student.budiluhur.ac.id, ²rizky.pradana@budiluhur.ac.id, ³sejati.waluyo@budiluhur.ac.id,
⁴reva.ragam@budiluhur.ac.id

Abstrak - Indonesia merupakan wilayah yang rawan terhadap berbagai jenis bencana, termasuk bencana alam banjir. Banjir merupakan fenomena alam yang umum terjadi, namun sangat merugikan apabila mengancam keberadaan kehidupan manusia. Dampak banjir dapat dikurangi jika masyarakat lebih siap menghadapi banjir di masa mendatang. Metode *fuzzy logic* yang digunakan pada monitoring banjir ini dapat bekerja dengan baik, metode *fuzzy logic* menggunakan dua parameter *input*, yaitu ketinggian air dan suhu. *Output* dari hasil perhitungan *fuzzy* berupa level siaga. Tujuan penelitian ini adalah membuat prototype monitoring ketinggian air sungai bila ada potensi air sungai akan meluap disertai led dan buzzer yang berguna sebagai peringatan ketika ketinggian air berubah dari waktu ke waktu dan di lengkapi aplikasi *smartphone* yang berfungsi untuk memonitoring ketinggian air. Sedangkan data akan ditampilkan oleh LCD. Pengujian dilakukan menggunakan dua buah metode yaitu, metode *black box* dan metode pencarian rata – rata nilai error. Pengujian menggunakan metode *black box* hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsionalitas dari perangkat, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100% pada keseluruhan alat, yang dapat dikatakan bahwa alat dapat bekerja sebagaimana mustinya. Pada pengujian menggunakan metode pencarian rata – rata nilai error didapati bahwa, Ultrasonic HC-SR04 memiliki nilai rata – rata error mencapai 2,34%, DHT 11 memiliki nilai rata – rata error 2,52% serta pengujian *fuzzy* dengan bertolak ukur pada MatLab mendapat rata – rata nilai error sebanyak 3,72%. Dengan demikian monitoring ketinggian air banjir menggunakan sensor Ultrasonic HC-SR04 dan DHT 11 dengan metode *fuzzy logic* dalam penelitian ini merupakan solusi yang tepat untuk meminimalisir dampak dari bencana alam banjir yang terjadi.

Kata Kunci: Monitoring Ketinggian Air Banjir, Aplikasi Android, *NODEMCU ESP8266*.

ANDROID-BASED FLOOD WATER LEVEL MONITORING USING NODEMCU ESP8266 ON PESANGGRAHAN RIVER, CIPULIR VILLAGE

Abstract - Indonesia is a region prone to various types of disasters, including natural disasters such as floods. Flood is a common natural phenomenon, but it is very detrimental if it threatens the existence of human life. The impact of flooding can be reduced if communities are better prepared for future floods. The fuzzy logic method used in flood monitoring can work well, the fuzzy logic method uses two input parameters, namely water level and temperature. The output of the fuzzy calculation results is the standby level. The purpose of this study is to make a prototype for monitoring river water levels if there is a potential for river water to overflow accompanied by a led and a buzzer which is useful as a warning when the water level changes from time to time and is equipped with a smartphone application that functions to monitor water levels. While the data will be displayed by the LCD. Testing is carried out using two methods, namely the black box method and the search method for the average error value. Testing uses the black box method where testing only observes the results of execution through test data and checks the functionality of the device, with a success rate of up to 100% for all tools, which can be said that the tool can work as it should. In testing using the search method the average error value was found that, Ultrasonic HC-SR04 has an average error value of 2.34%, DHT 11 has an average error value of 2.52% and fuzzy testing with benchmarks on MatLab got an average error value of 3.72%. Thus monitoring the flood water level using the Ultrasonic HC-SR04 and DHT 11 sensors with the fuzzy logic method in this study is the right solution to minimize the impact of natural flood disasters that occur.

Keywords: Flood Water Level Monitoring, Android Application, *NODEMCU ESP8266*.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah yang rawan terhadap berbagai bencana termasuk bencana alam. Bencana alam merupakan fenomena alam yang dapat menimbulkan kerusakan dan kehancuran lingkungan hidup, yang pada gilirannya dapat mengakibatkan hilangnya nyawa dan harta benda. Salah satu fenomena alam yang menimbulkan banyak korban dan kerugian material serta hal lain yang selalu mengancam beberapa wilayah di Indonesia adalah banjir [1]. Tentu saja, banjir adalah proses alami yang umum dan merupakan bagian penting dari mekanisme pembentukan tanah di planet kita [2]. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) melaporkan sebanyak 3.522 bencana alam terjadi di Indonesia pada tahun 2022. Tahun lalu, banjir merupakan bencana alam yang paling

banyak terjadi hingga 1.520 kasus [3]. Banjir merupakan fenomena alam yang umum terjadi, namun sangat merugikan apabila mengancam keberadaan kehidupan manusia. Dampak banjir dapat dikurangi jika masyarakat lebih siap menghadapi banjir di masa mendatang. Salah satu caranya adalah menyebarluaskan informasi secara cepat dan akurat tentang ketinggian air, suhu dan kelembaban di sekitar sungai [4]. Berkembangnya teknologi informasi khususnya teknologi internet memudahkan dan mendukung berbagai pekerjaan yang berhubungan dengan aksesibilitas, jarak dan waktu. Penyebaran informasi yang dulunya manual dan relatif lambat, kini dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efisien [5]. Informasi dini tentang banjir dari dinas terkait saat ini menjadi satu-satunya sumber bagi pemerintah kota, sayangnya dalam hal ini sistem yang sering digunakan oleh aparat setempat masih sangat sederhana.[6]

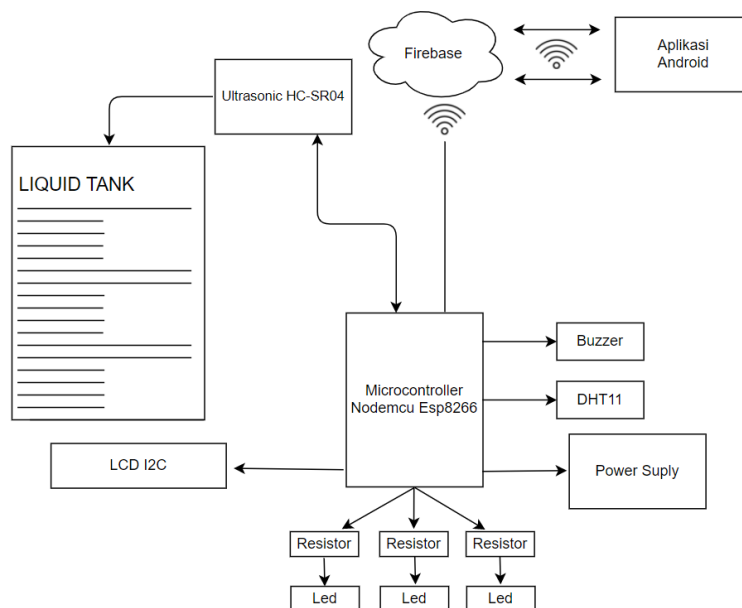
Mempertimbangkan situasi ini, diperlukan sistem pemantauan untuk mengendalikan ketinggian banjir agar masyarakat dapat lebih siap dalam pencegahan banjir. Penelitian ini dilengkapi dengan aplikasi smartphone yang memantau ketinggian air, suhu dan kelembaban lingkungan sungai. Menggunakan aplikasi smartphone sebagai alat pemantau tidak hanya cepat dan mudah digunakan, tetapi juga memudahkan masyarakat awam untuk mengetahui status ketinggian air. Agar masyarakat lebih waspada karena banjir bisa terjadi kapan saja [7]. Diharapkan sistem pengawasan ini akan lebih efisien dan efektif dalam mengurangi korban jiwa dan kerugian akibat bencana alam seperti banjir.

Monitor peringatan banjir menggunakan metode logika *fuzzy* dan beberapa komponen elektronik, antara lain: Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan sebagai water level meter built in Nodemcu ESP8266, DHT 11 digunakan sebagai suhu dan kelembaban. Nodemcu ESP8266 digunakan sebagai mikrokontroler, Nodemcu esp2866 sebagai perangkat yang terhubung ke Internet, dan kemudian sebagai aplikasi smartphone untuk memantau operasi sistem.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perancangan Penelitian

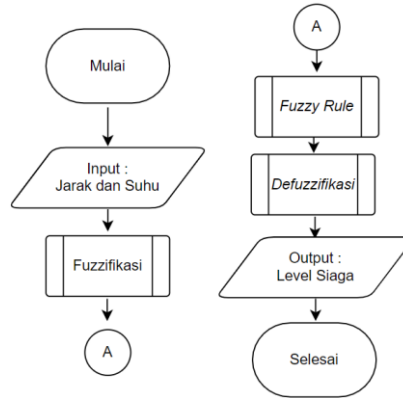
Secara umum konfigurasi monitoring ketinggian air banjir menggunakan *Arduino uno* dengan sensor *ultrasonic* terdiri atas *liquid tank*, *ultrasonic HC-SR04*, *power supply*, *buzzer*, 4 buah *resistor*, 4 buah *led*, *microcontroller Nodemcu Esp8266*, *Firestore* dan aplikasi *Android*. Sumber tegangan yang digunakan dalam sistem ini menggunakan *power supply* dari stop kontak, sumber tegangan ini berfungsi untuk memberikan daya untuk semua komponen agar berjalan sesuai fungsinya. *Buzzer* dan *Led* berguna untuk memberikan *alert* (peringatan), *buzzer* menghasilkan *output* berupa suara sedangkan *led* menghasilkan *output* berupa nyala lampu. *Ultrasonic HC-SR04* digunakan untuk mengukur ketinggian air yang telah ditampung oleh *Liquid tank* dan menghasilkan *output* berupa data berupa angka ketinggian air dalam satuan Cm. Setelah itu, data *output* dari *ultrasonic* akan di simpan pada *Database Server Firestore* yang akan ditampilkan pada *smartphone* yang sudah terinstal aplikasi Monitoring Banjir yang telah dibuat menggunakan *Android Studio* seperti yang tergambar pada blok diagram di bawah ini.



Gambar 1. Blok Diagram

2.2 Fuzzy Logic

Fuzzy logic pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh, seorang professor dari *University of California*. *Fuzzy logic* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1, berbeda dengan logika digital atau diskrit yang hanya memiliki dua nilai yaitu 1 (satu) atau (nol). Logika *fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekpresikan menggunakan bahasa (*linguistic*) [8].



Gambar 2. Flowchart Fuzzy Logic

Langkah pertama dari metode *fuzzy* Mamdani adalah pembangkitan himpunan *fuzzy*, juga dikenal sebagai himpunan *fuzzy*. Fusion adalah suatu proses yang dilakukan dengan mengubah *input crisp* set (*Crisp*) menjadi *fuzzy* set [9]. Hal ini terjadi karena masukan yang digunakan awalnya adalah bilangan *real* dari himpunan tajam. Himpunan *fuzzy* ini didasarkan pada tingkatan bahasanya, yang dikelompokkan dalam variabel *fuzzy*. Kemudian langkah kedua dari metode *fuzzy* Mamdani adalah menerapkan fungsi implisit. Fungsi implikasi adalah struktur logis yang terdiri dari sekumpulan premis dan satu kesimpulan. Fungsi implisit berguna untuk mengetahui hubungan antara premis dan kesimpulan. Langkah terakhir dari metode *fuzzy* mamdani adalah proses pengaburan. Proses *defuzzifikasi* digunakan untuk menginterpretasikan nilai dasar *fuzzy* menjadi keputusan tertentu atau bilangan *real* [10].

Data penelitian yang digunakan pada penelitian monitoring banjir ini menggunakan dua buah data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan ketika peneliti mewawancarai masyarakat sekitar Sungai Pesanggrahan, bahwasanya tidak adanya alat untuk memonitoring ketinggian air dan pendeteksi dini akan adanya kebanjiran. Sedangkan data sekunder diambil dari papan ketinggian air ketika banjir melanda kawasan rumah warga. Selain itu, untuk menentukan banjir atau tidaknya, data penelitian bersumber dari data pemantauan Tinggi Muka Air (TMA) BPBD DKI Jakarta [11]. Data Tinggi Muka Air (TMA) yang digunakan hanya data dari pintu air Sungai Pesanggrahan saja.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

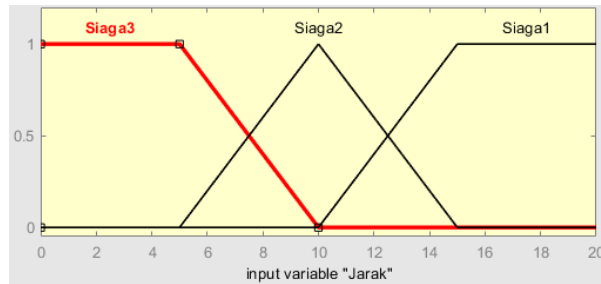
Pada bagian ini berisi analisis, hasil implementasi ataupun pengujian serta pembahasan dari topik penelitian, yang bisa dibuat terlebih dahulu metodologi penelitian. Bagian ini juga merepresentasikan penjelasan yang berupa penjelasan, gambar, tabel dan lainnya.



Gambar 3. Hasil Rangkaian Alat

3.1 Fuzzyfikasi

a. Grafik Keanggotaan Jarak



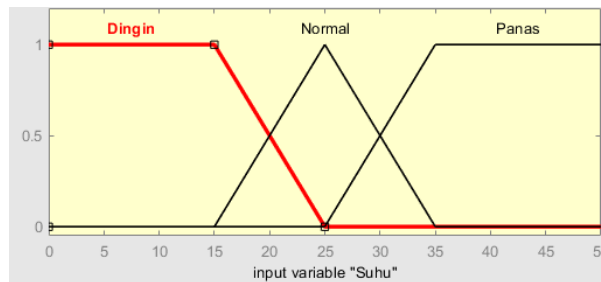
Gambar 4. Grafik Keanggotaan Jarak

$$\mu[\chi] Siaga3 = \begin{cases} 1; & , \chi \leq 5 \\ (\chi - 10)/(10 - 5); & , 5 \leq \chi \leq 10 \\ 0; & , \chi \geq 10 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu[\chi] Siaga2 = \begin{cases} 0; & \chi \leq 5 \text{ atau } \chi \geq 15 \\ (\chi - 5) / (10 - 5); & 5 \leq \chi \leq 10 \\ (10 - \chi)/(15 - 10); & 10 \leq \chi \leq 15 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu[\chi] Siaga1 = \begin{cases} 1; & , \chi \geq 15 \\ (\chi - 10)/(15 - 10); & , 10 \leq \chi \leq 15 \\ 0; & , \chi \leq 10 \end{cases} \quad (3)$$

b. Grafik Keanggotaan Suhu



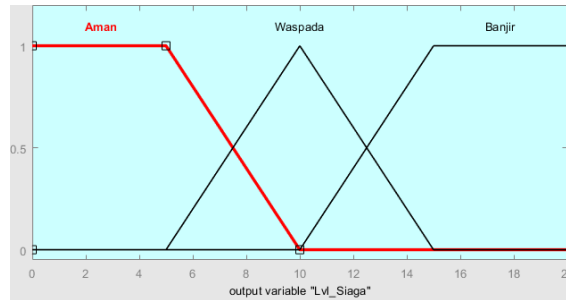
Gambar 5. Grafik Keanggotaan Suhu

$$\mu[\chi] Dingin = \begin{cases} 1; & , \chi \leq 15 \\ (\chi - 25)/(25 - 15); & 15 \leq \chi \leq 25 \\ 0; & , \chi \geq 25 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu[\chi] Normal = \begin{cases} 0; & \chi \leq 15 \text{ atau } \chi \geq 35 \\ (\chi - 15) / (25 - 15); & 15 \leq \chi \leq 25 \\ (25 - \chi)/(35 - 25); & 25 \leq \chi \leq 35 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu[\chi] Panas = \begin{cases} 1; & , \chi \geq 35 \\ (\chi - 25)/(35 - 25); & , 25 \leq \chi \leq 35 \\ 0; & , \chi \leq 25 \end{cases} \quad (6)$$

c. Grafik Keanggotaan Level Siaga



Gambar 6. Grafik Keanggotaan Level Siaga

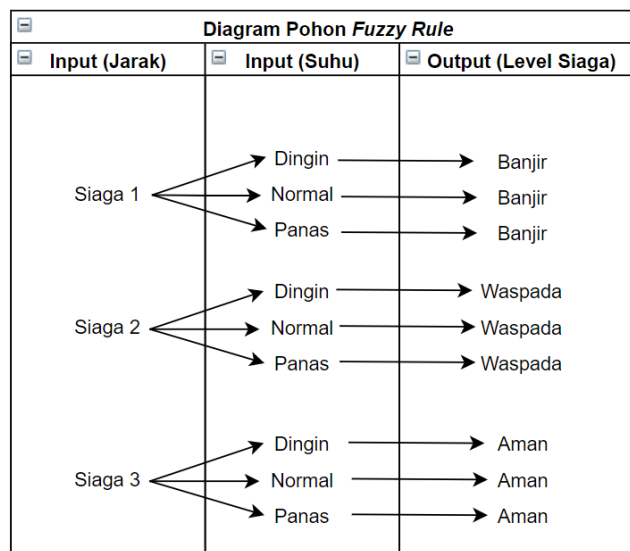
$$\mu[\chi]_{Aman} = \begin{cases} 1; & , \chi \leq 5 \\ (\chi - 10)/(10 - 5); & , 5 \leq \chi \leq 10 \\ 0; & , \chi \geq 10 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu[\chi]_{Waspada} = \begin{cases} 0; & \chi \leq 5 \text{ atau } \chi \geq 15 \\ (\chi - 5) / (10 - 5); & 5 \leq \chi \leq 10 \\ (10 - \chi)/(15 - 10); & 10 \leq \chi \leq 15 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu[\chi]_{Banjir} = \begin{cases} 1; & , \chi \geq 15 \\ (\chi - 10)/(15 - 10); & , 10 \leq \chi \leq 15 \\ 0; & , \chi \leq 10 \end{cases} \quad (9)$$

3.2 Fuzzy Rule

Langkah selanjutnya untuk menghitung nilai *fuzzy* yaitu dengan membuat suatu aturan. *Fuzzy rule* sendiri yaitu aturan yang dipakai untuk mendapatkan hasil *output* berupa level ketinggian air. *Rule* dibawah merupakan *rule* yang digunakan pada sistem monitoring ketinggian air. Berikut merupakan tabel *fuzzy rule* yang digunakan pada penelitian dan diagram pohon *fuzzy rule* terdapat pada gambar dibawah ini.



Gambar 7. Diagram Pohon Fuzzy Rule

3.3 Pengujian

Pengujian sistem monitoring ini menggunakan metode pengujian *black box* dan pencarian rata – rata nilai *error*. Pengujian *black box* merupakan pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsionalitas dari perangkat. *Black box testing* atau yang sering dikenal dengan sebutan pengujian

fungsi merupakan metode pengujian yang digunakan untuk menguji tanpa mengetahui struktur internal kode atau program. Pencarian rata – rata nilai error merupakan salah satu teknik pengujian untuk mencari nilai error dari suatu sistem. Tahapan pengujian merupakan salah satu tahap yang harus ada dalam suatu pembuatan sistem, karena pengujian akan mengetahui sejauh mana berhasil atau tidaknya aplikasi.

a. Pengujian Keseluruhan Alat

Berikut adalah tabel pengujian keseluruhan alat dengan menggunakan metode *black box testing*.

Tabel 2. Pengujian Keseluruhan Alat (Kasus dan Hasil Uji)

Kelas Uji	Hasil Yang Diharapkan	Pengamatan	Tingkat Keberhasilan (0-100%)
<i>Power Supply</i>	Alat Dapat Menyala	Alat Dapat Menyala	100%
<i>Buzzer</i>	<i>Buzzer</i> Menyala	<i>Buzzer</i> Berfungsi	100%
<i>Led</i>	<i>Led</i> Menyala	<i>Led</i> Berfungsi	100%
<i>Ultrasonic HC-SR04</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat Mengukur Ketinggian Air ▪ Output Tersimpan di Firebase 	Sensor dapat mengukur ketinggian air Data tersimpan pada <i>Firestore</i>	100%
<i>DHT 11</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat Mengukur Suhu & Kelembapan ▪ Output Tersimpan di Firebase 	Sensor dapat mengukur ketinggian air Data tersimpan pada <i>Firestore</i>	100%

Seperti pada Tabel 2, tingkat keberhasilan dari pengujian menggunakan metode black box mencapai 100%. Berarti alat dapat berfungsi.

b. Pengujian Ultrasonic HC-SR04

Berikut adalah tabel pengujian Ultrasonic HC-SR04 dengan menggunakan metode pencarian rata – rata nilai error.

Tabel 3. Pengujian *Ultrasonic HC-SR04*

Hasil Pengukuran <i>Ultrasonic HC-SR04</i>	Hasil Pengukuran Penggaris	Error %	Rata - rata Error %
5Cm	5 Cm	0%	
10Cm	10 Cm	0%	
12Cm	12 Cm	0%	2,34%
15Cm	16 Cm	6,7%	
20Cm	21 Cm	5%	

Seperti pada tabel Pengujian Ultrasoni HC-SR04 diatas, Sensor Ultrasoni HC-SR04 terdapat nilai error terbesar yakni 6,7%, sedangkan nilai error terkecil yakni 0%. Dari perhitungan rata – rata nilai error Sensor Ultrasoni HC-SR04 menghasilkan nilai rata – rata eror sebesar 2,34%. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa alat Ultrasoni HC-SR04 cukup akurat.

$$\text{Rumus menghitung error Sensor } \textit{Ultrasonic HC-SR04} = \left| \frac{\text{Nilai Alat Ukur} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Sensor}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Rumus menghitung rata – rata error Sensor } \textit{Ultrasoni HC-SR04} = \frac{\text{Jumlah Nilai Error}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\%$$

c. Pengujian DHT 11

Berikut adalah tabel pengujian Sensor DHT11 dengan metode pencarian rata – rata nilai error.

Tabel 4. Pengujian *DHT 11*

Hasil Pengukuran <i>DHT 11</i>	Sensor <i>Infrared Thermometer</i>	Error %	Rata - rata Error %
25°C	25°C	0%	
29°C	30°C	3,4%	
30°C	30°C	0%	2,52%
32°C	31°C	3,1%	
33°C	31°C	6,1%	

Seperti pada tabel Pengujian Sensor *DHT11* diatas, Sensor *DHT11* terdapat nilai error terbesar yakni 6,1%, sedangkan nilai error terkecil yakni 0%. Dari perhitungan rata – rata nilai error Sensor *DHT11* menghasilkan nilai rata – rata eror sebesar 2,52%. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa alat Sensor *DHT11* cukup akurat.

$$\text{Rumus menghitung error Sensor } DHT 11 = \left| \frac{\text{Nilai Alat Ukur} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Sensor}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Rumus menghitung rata – rata error Sensor } DHT 11 = \frac{\text{Jumlah Nilai Error}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\%$$

d. Pengujian Fuzzy

Berikut adalah tabel pengujian *fuzzy* dengan menggunakan metode pencarian rata – rata nilai *error*.

Tabel 5. Pengujian Fuzzy

Butir Uji Jarak	Suhu	Output Matlab	Hasil Nilai Level Siaga	Error%	Rata-rata Error%
5Cm	30 °C	4,3	4	7,5%	
10Cm	30 °C	10	10	0%	
9Cm	30 °C	8,3	8	4%	3,72%
13Cm	30 °C	13,4	13	3,1%	
18Cm	30°C	15,6	15	4%	

Seperti pada tabel Pengujian *Fuzzy* diatas, *Fuzzy* terdapat nilai error terbesar yakni 7,5%, sedangkan nilai *error* terkecil yakni 0%. Dari perhitungan rata – rata nilai error *Fuzzy* dengan *MatLab* menghasilkan nilai rata – rata *error* sebesar 3,72%. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa *Fuzzy* cukup akurat dalam menentukan level siaga.

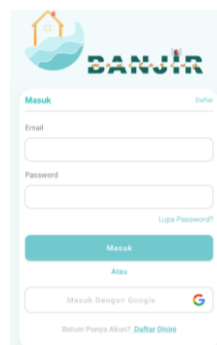
$$\text{Rumus menghitung } error \text{ Fuzzy} = \left| \frac{\text{Nilai MatLab} - \text{Nilai Fuzzy}}{\text{Nilai Fuzzy}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Rumus menghitung rata – rata } error \text{ Fuzzy} = \frac{\text{Jumlah Nilai Error}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\%$$

3.4 Tampilan Aplikasi

a. Tampilan Layar Menu Masuk

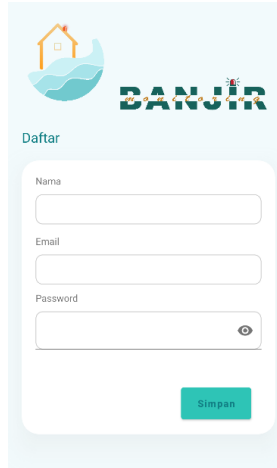
Tampilan layar menu masuk ini merupakan halaman yang pertama kali *user* jumpai ketika memasuki Aplikasi *monitoring* Banjir. Untuk memasuki halaman utama bisa dengan cara menggunakan *email* terdaftar maupun menggunakan akun Google.



Gambar 8. Tampilan Layar Menu Masuk

b. Tampilan Layar Menu Daftar

Tampilan layar menu daftar ini merupakan halaman untuk mendaftarkan akun agar dapat memasuki halaman utama aplikasi. Pada halaman ini user akan diminta untuk mengisi *form* nama, *email* dan *password*.



Gambar 9. Tampilan Layar Menu Daftar

c. Tampilan Layar Halaman Utama

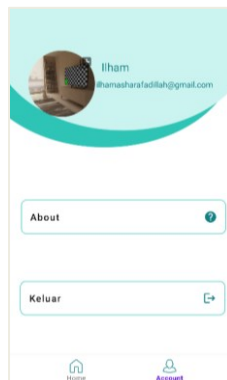
Tampilan layar halaman utama ini merupakan halaman yang akan menampilkan data ketinggian air, suhu dan kelembapan udara sekitar beserta dengan level siaga.



Gambar 10. Tampilan Layar Halaman Utama

d. Tampilan Layar Halaman Akun

Tampilan layar halaman akun ini merupakan halaman yang akan menampilkan data user. Pada halaman akun ini user dapat meng-*upload* foto profile.



Gambar 11. Tampilan Layar Halaman Akun

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada Sungai Pesanggrahan Kelurahan Cipulir didapati bahwa, metode *fuzzy logic* dapat digunakan dalam sistem monitoring ketinggian air dan paling sering dimanfaatkan kegunaannya karena dalam pengaplikasiannya memiliki struktur yang paling sederhana. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu dengan tingkat keberhasilan mencapai 100% pada keseluruhan alat, yang dapat dikatakan bahwa alat dapat bekerja dengan sebagaimana mestinya. Pada pengujian dengan menggunakan metode pencarian rata – rata nilai error didapati bahwa, Ultrasonic HC-SR04 memiliki nilai rata – rata error mencapai 2,34%, DHT 11 memiliki nilai rata – rata error 2,52% serta pengujian *fuzzy* dengan bertolak ukur pada MatLab mendapat rata – rata nilai error sebanyak 3,72%. Dengan demikian monitoring ketinggian air banjir menggunakan sensor Ultrasonic HC-SR04 dan DHT 11 dengan metode *fuzzy logic* dalam penelitian ini merupakan solusi yang tepat untuk meminimalisir dampak dari bencana alam banjir yang terjadi. Saran untuk penelitian selanjutnya ialah untuk menambahkan sensor yang lebih *responsive* terhadap lingkungan agar tingkat keakuratan juga dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahid, Septa N. dan A.D. Hartanto, “Sistem Monitoring Alarm Peringatan Banjir Dan Fitur Motor Servo Untuk Buka Tutup Pintu Air Menggunakan Algoritma Background Subtraction”. *IJTIS (Indonesian Journal of Technology, Informatics and Science)* Vol 2, No 2, pp. 60-68, 2021.
- [2] Wicaksono, W.A dan L.M. Silalahi. 2020. “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Banjir Menggunakan Arduino Dengan Metode *Fuzzy Logic*”, *Jurnal Teknologi Elektro* Vol. 11. No. 2, pp 93-99, 2020.
- [3] (2023) DataIndonesia.id [Online]. Available: <https://dataindonesia.id/ragam/detail/bnpb-indonesia-alami-3522-bencana-alam-pada-2022>.
- [4] Respatiningsih, dkk, “Perancangan Sistem Monitoring Dan Pendeteksi Banjir Menggunakan Metode *Background Subtraction* Berbasis *Internet Of Things (IoT)*”, *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)* Vol. 5. No 1, pp 97-100, 2019.
- [5] Megawati, A. dan Dian G, “Membangun Sistem Informasi Monitoring Kegiatan Proyek Pemancar Sinyal BTS Berbasis Web Pada PT. Swatama Mega Teknik”, *Jurnal Ilmiah FIFO* Vol 10, No.1, pp 22-28, 2018.
- [6] Adi, A.T., Sunarto dan Toto T, “Rancang Bangun Sistem Proteksi Rumah Tinggal Saat Terjadi Banjir Menggunakan Mikrokontroler Berbasis *Iot*”, IRWNS (Industrial Research Workshop and National Seminar), 2022, pp 633-637.
- [7] Sikumbang, Hengki, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Bendungan Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Tahani* Berbasis Mikrokontroler”, *PETIR (Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika)*, Vol. 14, No. 2, pp 150-158, 2021.
- [8] Harahap, Siti Dewi D, “Perancangan Pintu Otomatis Menggunakan Metode *Fuzzy Logic Control*”, *Jurnal Pelita Informatika*, Vol. 7, No 4, pp 579-583, 2019.
- [9] Kurnia, A, “Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Dalam Pencegahan Banjir Akibat Luapan Sungai Berbasis Arduino Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*”, *Journal Informatics and Electronics Engineering*, Vol. 02, No. 02, pp 60-65, 2022.
- [10] Yuliantika, S, “Implementasi Metode *Fuzzy Mamdani* Sebagai Deteksi Awal Banjir Lokal Di Bendung Gerak Serayu”, *SQUARE: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, Vol 4, No. 1, pp. 17-25, 2022.
- [11] (2023) BPBD DKI Jakarta [Online]. Available: <https://bpbd.jakarta.go.id/waterlevel>.