

SIMULASI SISTEM PEMANTAUAN AIR SUNGAI BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN KONTROL LOGIKA FUZZY

Satya Arisena Hendrawan¹⁾, Rofiq Harun²⁾, Amirah³⁾,

¹⁾”Sistem Informasi ” Universitas Siber Indonesia

²⁾”Teknik Informatika” Universitas Ichsan Gorontalo

³⁾”Teknik Informatika” Universitas Dipa Makasar

Email : arisenahendrawan@cyber-univ.ac.id,
rofiqharun18@gmail.com, amirah01.am@gmail.com

Abstract

This study aims to develop a river water hazard monitoring system based on the Internet of Things (IoT) and fuzzy logic. This system is designed to help the community in identifying the level of danger of river flows. By using ultrasonic sensors and Arduino Uno microcontrollers, Cisco Packet Tracer simulation, Fuzzy logic, and visualization using Proteus software. This system is capable of monitoring water levels in real-time, providing early warning notifications with a Fuzzy Logic approach to improve accuracy and response to critical conditions. The study uses the ADDIE development model, problem analysis using SWOT (Strength, Weakness, Opportunity and Threat), Feasibility Analysis using TELOS Analysis which analyzes five main aspects, namely Technical, Economic, Legal, Operational, and Schedule. The results of the Black Box test show that each function in the system works according to user needs. Based on the results of the UAT test, the average overall score is 4.51 (Very Good category). This means that the water level monitoring system developed with fuzzy logic received positive feedback from respondents. This system is considered accurate in detecting water levels, easy to use, and reliable in various environmental conditions.

Keywords: Internet of Things, fuzzy logic, ultrasonic, Arduino, SWOT, TELOS

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan bahaya air sungai berbasis *Internet of Things (IoT)* dan logika *fuzzy*. Sistem ini dirancang untuk membantu masyarakat dalam mengidentifikasi tingkat bahaya aliran sungai. Dengan menggunakan sensor *ultrasonik* dan *mikrokontroler Arduino uno*, simulasi *Cisco Packet Tracer*, logika *Fuzzy*, dan visualisasi menggunakan software Proteus. Sistem ini mampu melakukan pemantauan ketinggian air secara real-time, memberikan notifikasi peringatan dini dengan pendekatan Fuzzy Logic untuk meningkatkan akurasi dan respon terhadap kondisi kritis. Penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE, analisis masalah menggunakan SWOT (*Strenght, Weaknes, Opportunity dan Threat*), Analisis Kelayakan menggunakan Analisis TELOS yang menganalisis dari lima aspek utama yaitu Technical (Teknis), Economic (Ekonomi), Legal (Hukum), Operational (Operasional), dan Schedule (Jadwal). Hasil pengujian Black Box menghasilkan bahwa setiap fungsi pada sistem bekerja sesuai kebutuhan pengguna. Berdasarkan hasil pengujian UAT, rata-rata skor keseluruhan adalah 4,51 (kategori Sangat Baik). Artinya sistem bahwa sistem pemantauan ketinggian air yang dikembangkan dengan logika *fuzzy* mendapat umpan balik positif dari *responden*. Sistem ini dianggap akurat dalam mendeteksi ketinggian air, mudah digunakan, dan andal dalam berbagai kondisi lingkungan.

Kata Kunci: *Internet of Things*, logika fuzzy, ultrasonik, Arduino, SWOT, TELOS

1. Pendahuluan

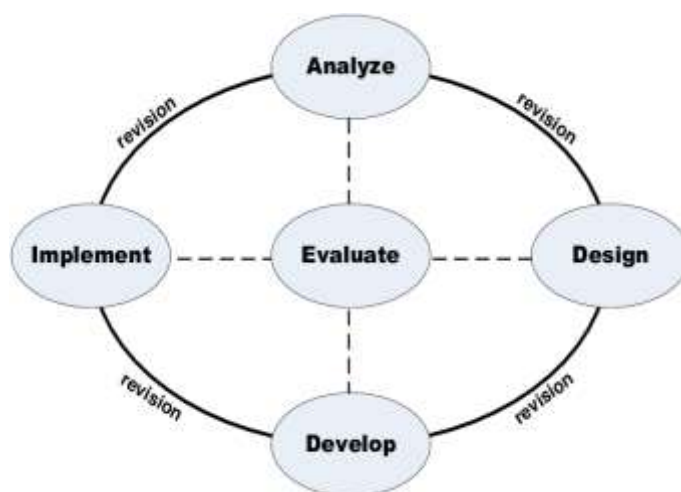
Teknologi telah mencapai puncaknya dan menghadirkan solusi inovatif seperti *Internet of Things (IoT)* yang membuka kemungkinan baru dalam pemantauan dan pengelolaan lingkungan. *Internet of Things (IoT)* adalah konsep yang menghubungkan objek-objek melalui jaringan internet, memungkinkan otomatisasi fungsi tanpa interaksi manusia langsung (Tri et al., 2023). IoT mengumpulkan data dari berbagai objek yang terhubung, mengolahnya menjadi informasi, dan mentransfer data untuk memberikan perintah dan kontrol pada objek. Teknologi IoT memungkinkan kontrol alat dari mana saja dengan akses internet, mendeteksi dan mengidentifikasi parameter peralatan melalui jaringan komunikasi kabel atau nirkabel, sehingga memperoleh data akurat dan kontrol *real-time* (M. M. Lutfi et al., 2024a). Penggunaan IoT dalam aplikasi seperti *monitoring* level ketinggian air pada sungai memungkinkan persiapan lebih awal menghadapi bencana banjir. Selain itu, IoT dapat mengurangi pemborosan listrik dan air dengan sistem *monitoring* otomatis yang diakses melalui aplikasi seperti *Blynk*. (Habib Al Hudry et al., 2023)

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem pemantauan air sungai berbasis *IoT* untuk mendeteksi bahaya banjir dengan menyediakan informasi tentang tinggi, debit, dan level air sungai. Menurut (Dedi Sobari et al., 2023) Sistem *monitoring* banjir adalah sebuah sistem yang dirancang untuk memberikan informasi kepada masyarakat mengenai potensi terjadinya banjir. Sistem ini menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk memantau ketinggian air dan memberikan peringatan dini kepada penduduk, sehingga mereka dapat mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan. Dan salah satu keuntungan dari sistem ini menurut (Jafar et al., n.d.) adalah sebagai pencegahan yang efektif untuk meminimalisasi kerugian dari segi material dan korban jiwa dengan *memonitoring* sungai secara *real-time* dan memperingatkan warga.

Logika *fuzzy* adalah cabang dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang meniru kemampuan manusia dalam berpikir melalui algoritma yang dijalankan oleh mesin (Andari et al., n.d.). Algoritma ini digunakan untuk memproses data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1, berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai, 1 atau 0. Logika *fuzzy* menerjemahkan besaran yang diekspresikan dengan bahasa (linguistik), seperti kecepatan kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai benar atau salah, dan memetakan ruang *input* ke dalam ruang *output* dengan tepat (Akhlak et al., 2025).

2. Metode Penelitian

Jenis Penelitian menggunakan Metode Penelitian dan Pengembangan (*research and development*), Metode Penelitian dan Pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Sedangkan Model pengembangan menggunakan ADDIE melalui lima tahapan pengembangan yaitu : (1) Analisis, (2) Desain, (3) Pengembangan, (4) Implementasi dan (5) Evaluasi. Model pengembangan ADDIE merupakan model yang efektif dalam pengembangan produk karena menggambarkan kerangka respon atau tanggapan dari berbagai situasi yang kompleks. (M. Lutfi & Kristanto, n.d.)



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE menurut Dick and Carry (1996) dalam (M. M. Lutfi et al., 2024b)

Berikut adalah tahapan uraian penelitian menggunakan metode ADDIE:

1. *Analyze* (Analisis)

Dalam model pengembangan ADDIE tahap pertama adalah menganalisis perlunya pengembangan produk baru dan menganalisis kelayakan serta syarat-syarat pengembangan produk. Pengembangan suatu produk dapat diawali oleh adanya masalah dalam produk. Pada tahapan analisis ini dilakukan analisis masalah menggunakan SWOT (*Strenght, Weaknes, Opportunity dan Threat*), Analisis Kebutuhan dan Analisis Kelayakan terhadap model, metode, media. Hasil evaluasi analisis digunakan sebagai pedoman untuk merancang simulasi yang sesuai dengan kebutuhan.

2. *Design* (Perancangan)

Tahapan desain merupakan proses sistematis yang dimulai dari merancang konsep dan konten di dalam produk tersebut yang akan mendasari proses pengembangan di tahapan berikutnya. Pada penelitian ini tahapan desain dilakukan dengan merancang *instrument* yang terdiri atas instrumen *software* dan *hardware*.

3. *Develop* (Pengembangan)

Tahapan pengembangan berisi kegiatan realisasi rancangan produk yang sebelumnya telah dibuat. Pada penelitian ini tahap pengembangan dilakukan dengan mengembangkan desain terdiri atas desain papan utama, desain IoT, desain *Fuzzy*, desain Proteus dan desain *Interface* Aplikasi.

4. *Implement* (Implementasi)

Penerapan produk dalam model penelitian pengembangan ADDIE dimaksudkan untuk memperoleh umpan balik terhadap produk yang dibuat/dikembangkan. Umpan balik awal (awal evaluasi) dapat diperoleh dengan menanyakan hal-hal yang berkaitan dengan tujuan pengembangan produk. Penerapan dilakukan mengacu kepada rancangan produk yang telah dibuat.

5. *Evaluate* (Evaluasi)

Tahap evaluasi pada penelitian pengembangan model ADDIE dilakukan untuk memberi umpan balik kepada pengguna produk, sehingga revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh produk tersebut. Tujuan akhir evaluasi yakni mengukur ketercapaian tujuan pengembangan melalui pengujian. Metode pengujian yang digunakan meliputi:

- a. *Black Box Testing* untuk menguji fungsi-fungsi utama sistem tanpa melihat struktur internal kode.
- b. *User Acceptance Testing (UAT)* untuk menilai apakah sistem sudah memenuhi kebutuhan pengguna akhir (stakeholders terkait kesiapsiagaan kesehatan dan kebencanaan).

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Metode ADDIE dengan tahapan sebagai berikut :

3.1. Analyze (Analisis)

Tahap analisis bertujuan untuk mengidentifikasi masalah, kebutuhan pengguna, serta tujuan pengembangan sistem. Kegiatan pada tahap ini meliputi: analisis masalah menggunakan SWOT (*Strenght, Weaknes, Opportunity dan Threat*), Analisis Kebutuhan dan Analisis Kelayakan.

3.1.1. Analisis SWOT

Analisis SWOT adalah alat perencanaan strategis yang digunakan untuk mengevaluasi Kekuatan (*Strengths*), Kelemahan (*Weaknesses*), Peluang (*Opportunities*), dan Ancaman (*Threats*) dari sebuah bisnis atau individu. Kekuatan dan kelemahan adalah faktor internal yang dapat dikendalikan, sedangkan peluang dan ancaman adalah faktor eksternal yang tidak dapat dikendalikan (M. M. Lutfi, 2024).

Tabel 1. Analisis SWOT Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis Iot Dan Logika Fuzzy

No	Aspek	Keterangan
1	<i>STRENGTH</i> (kekuatan)	Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi sungai secara <i>real-time</i> , sehingga dapat memberikan peringatan dini tentang potensi banjir atau kondisi berbahaya lainnya. Penggunaan sensor ultrasonik dan flowmeter memungkinkan pengukuran ketinggian air dan debit air dengan akurasi tinggi. Teknologi IoT yang diterapkan menghubungkan berbagai perangkat dan menyebarkan data secara luas, memungkinkan <i>monitoring</i> jarak jauh. Implementasi logika <i>fuzzy</i> membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik berdasarkan data yang tidak pasti atau variabel, seperti variasi ketinggian air dan debit air.
2	<i>WEAKNESS</i> (Kelemahan)	Sistem ini sangat bergantung pada koneksi internet yang stabil untuk berfungsi optimal, yang bisa menjadi masalah di daerah terpencil. <i>Arduino</i> dan sensor yang digunakan mungkin memiliki keterbatasan dalam hal kapasitas pemrosesan data dan daya tahan di kondisi lingkungan yang keras.
3	<i>OPPORTUNITY</i> (Peluang)	Potensi penerapan di berbagai sungai dan daerah rawan banjir di seluruh dunia, tidak hanya terbatas pada satu lokasi, sangat besar. Selain itu, sistem ini bisa diintegrasikan dengan sistem peringatan bencana lainnya untuk memberikan respons yang lebih komprehensif dan terkoordinasi.

4	<i>THREADS</i> (Ancaman)	Risiko kerusakan fisik pada sensor atau perangkat lainnya akibat kondisi lingkungan yang ekstrim atau vandalisme juga merupakan ancaman yang perlu diperhatikan. Perubahan iklim yang tidak terduga dapat menyebabkan data historis menjadi kurang relevan untuk prediksi masa depan.
---	-----------------------------	---

3.1.2. Analisis Kelayakan TELOS

Analisis TELOS adalah metode evaluasi kelayakan proyek yang digunakan untuk menilai apakah sebuah proyek (terutama sistem informasi) layak untuk dikembangkan dan diterapkan. Metode ini menganalisis lima aspek utama: **Technical** (Teknis), **Economic** (Ekonomi), **Legal** (Hukum), **Operational** (Operasional), dan **Schedule** (Jadwal). Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi potensi risiko dan memastikan proyek memiliki peluang keberhasilan yang tinggi. (Lutfi MA, 2024) Adapun analisis kelayakan TELOS nya adalah sebagai berikut

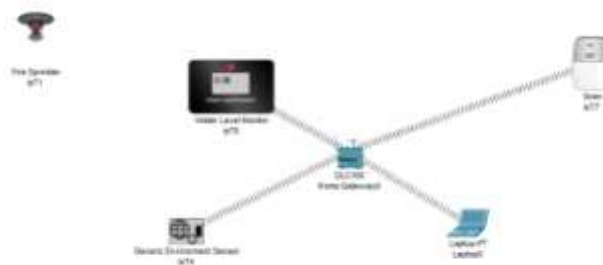
Tabel 2. Analisis Kelayakan TELOS Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis Iot Dan Logika Fuzzy

No	Aspek	Keterangan
1	Kelayakan Teknik (<i>Technical Feasibility</i>)	Teknologi yang digunakan, seperti sensor ultrasonik dan <i>Arduino uno</i> , telah terbukti efektif dalam aplikasi serupa. Pemahaman terhadap kondisi lapangan, seperti kondisi sungai dan cuaca di lereng gunung, diperlukan untuk memastikan keandalan sistem.
2	Kelayakan Ekonomi (<i>Economic Feasibility</i>)	Biaya pengembangan dan implementasi sistem perlu dipertimbangkan, termasuk biaya perangkat keras, perangkat lunak, dan tenaga kerja.
3	Kelayakan Hukum (<i>Law Feasibility</i>)	Izin dan persetujuan dari pihak berwenang setempat mungkin diperlukan sebelum memulai implementasi proyek.
4	Kelayakan Operasional (<i>Operational Feasibility</i>)	Kemampuan sistem untuk beroperasi secara efisien dan efektif dalam kondisi lingkungan yang berbeda, termasuk perubahan cuaca dan kondisi sungai, perlu dipertimbangkan.
5	Kelayakan Jadwal (<i>Schedule Feasibility</i>)	Penetapan jadwal yang realistis untuk pengembangan dan implementasi proyek, termasuk pengujian sistem dan pelatihan personel, perlu dilakukan.

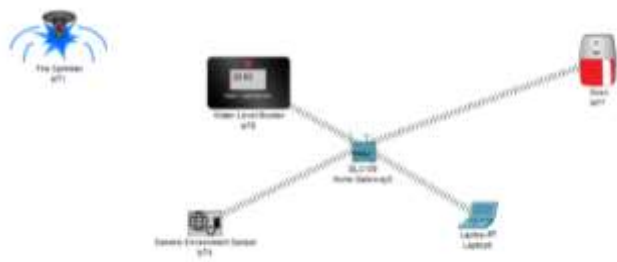
3.2. Design (Perancangan)

Tahapan *design* merupakan proses sistematis yang dimulai dari merancang konsep dan konten di dalam produk tersebut yang akan mendasari proses pengembangan di tahapan berikutnya. Pada penelitian ini tahapan desain dilakukan dengan merancang *instrument* yang

terdiri atas instrumen *software* dan *hardware*. *Software* yang digunakan yaitu Cisco Packet Tracer, Matlab 2020b, Proteus dan IDE *Arduino*. *Hardware* merupakan komponen-komponen elektronik yang terdiri atas sensor ultrasonic, *flowmeter* sensor, potentiometer B50k Ω , *Arduino uno* simulino, POT HG, 3 buah LED dan Terminal Monitor. Instrumen *software* digunakan untuk merancang *hardware* (menggunakan Fritzing versi 0.9.3) dan merancang aturan Logika Fuzzy Mamdani (menggunakan Matlab 2020b) serta membuat kode program (menggunakan *Arduino* IDE).

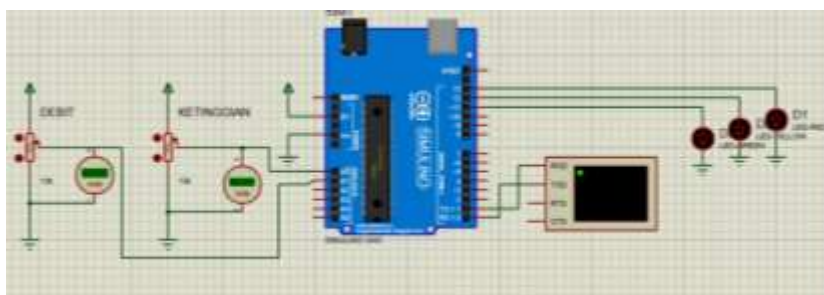


Gambar 2. Rancangan Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis IoT Dan Logika Fuzzy dengan Cisco paket Tracer ketika “OFF”



Gambar 3. Rancangan Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis IoT Dan Logika Fuzzy dengan Cisco Paket Tracer ketika ‘ON’

Gambar Rancangan Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis IoT Dan Logika Fuzzy di atas terlihat bahwa sirine menunjukkan warna merah yang menunjukkan bahwa sirine tersebut menyala. Yang menyebabkan sirine menyala adalah ketika water level monitor mengindikasikan bahwa debit ketinggian air mencapai 3 meter yang berpotensi terjadinya banjir.

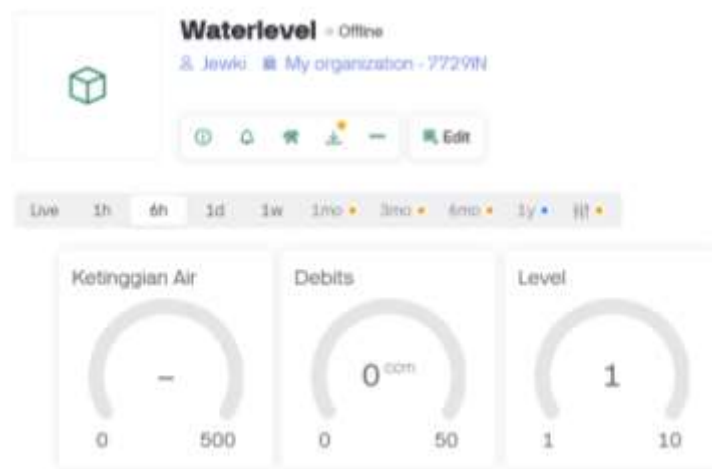


Gambar 4. Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis IoT Dan Logika Fuzzy Menggunakan Proteus

3.3. Develop (pengembangan)

3.3.1. Dashboard Desain IoT menggunakan Blynk

Blynk adalah sebuah aplikasi yang digunakan sebagai penerima data dari sensor dan data curah hujan dalam sistem peringatan banjir berbasis IoT (Tri et al., 2023). Aplikasi ini memungkinkan fungsi kendali untuk *monitoring* pada sistem peringatan banjir dan curah hujan melalui koneksi *WiFi*. (Dedi Sobari et al., 2023)



Gambar 5. Design dashboard Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis IoT Dan Logika Fuzzy menggunakan blynk.cloud

3.3.2. Rules Fuzzy

Sistem pemantauan kondisi sungai berbasis IoT dan logika *fuzzy* menggunakan dua *input* utama yaitu ketinggian air dan debit air untuk menentukan level aliran air sungai. Berikut adalah penjelasan tentang *rules fuzzy* yang digunakan dalam sistem ini :

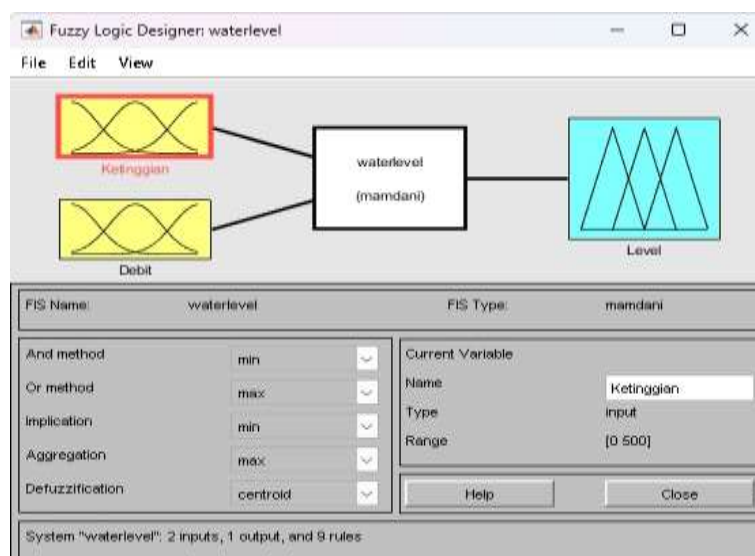
Input 1: Ketinggian Air	Input 2: Debit Air	Output: Level
Nama: Ketinggian Air	Nama: Debit Air	Nama: Level Aliran Air
Range: 0 – 500 cm	Range: 0 – 50 m ³ /s	Range: 1 – 10
0 – 165 cm = Rendah	0 – 15 m ³ /s = Rendah	1 – 4 = Aman
166 – 335 cm = Sedang	16 – 32 m ³ /s = Sedang	5 – 7 = Siaga
336 – 500 cm = Tinggi	33 – 50 m ³ /s = Tinggi	8 – 10 = Bahaya

Tabel 3. Rules Fuzzy Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis IoT Dan Logika Fuzzy

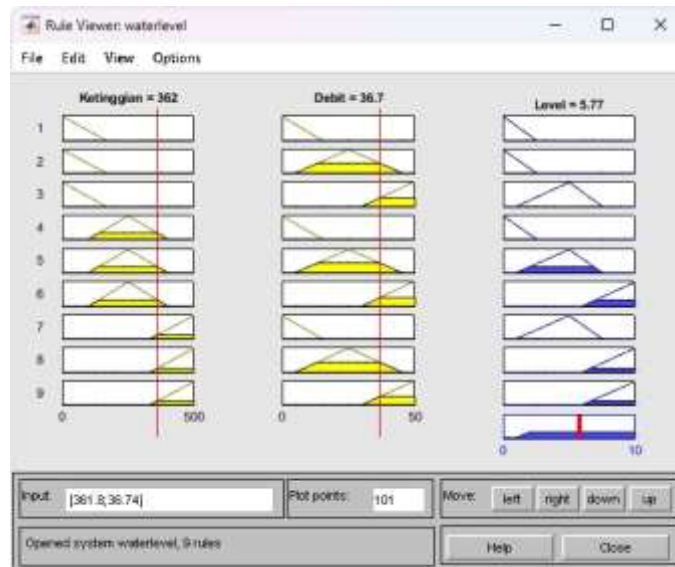
Ketinggian air	Debit air	Level bahaya
Rendah	Rendah	Aman
Rendah	Sedang	Aman
Rendah	Tinggi	Siaga
Sedang	Rendah	Aman

Sedang	Sedang	Siaga
Sedang	Tinggi	Bahaya
Tinggi	Rendah	Siaga
Tinggi	Sedang	Bahaya
Tinggi	Tinggi	Bahaya

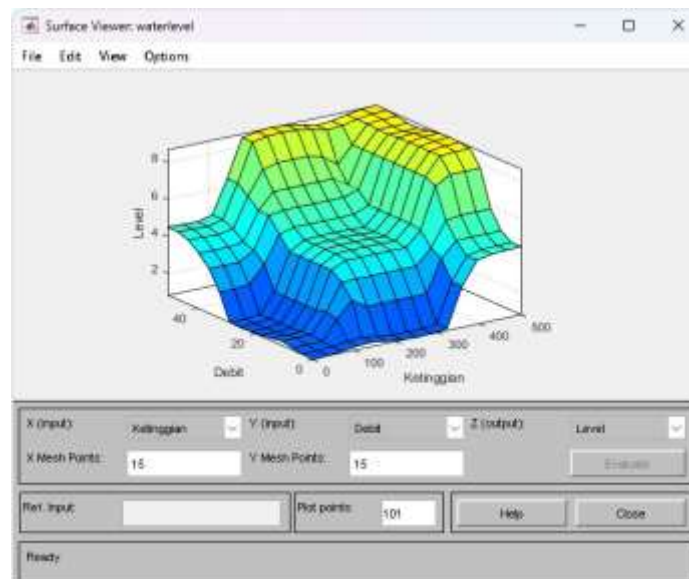
Keterangan dari tabel diatas adalah, apabila ketinggian air terhitung rendah dan juga debit air rendah maka level bahaya yang ditunjukkan adaah aman, begitupun apabila ketinggian air tinggi dan debit air rendah maka level bahaya yang ditunjukkan adalah siaga dan apabila ketinggian air tinggi dan debit air sedang maka level bahaya yang ditunjukkan adalah bahaya.



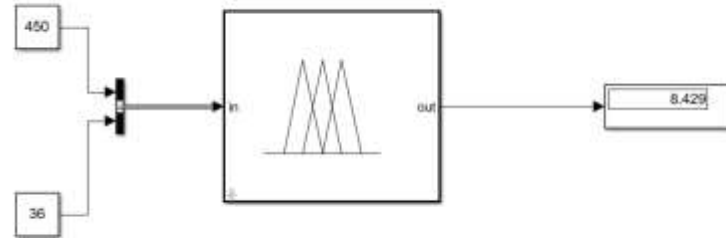
Gambar 6. Penerapan *rules fuzzy* di matlab



Gambar 7. Grafik rules fuzzy, dibuat menggunakan matlab



Gambar 8. Grafik Rules Fuzzy 3d, dibuat menggunakan Matlab



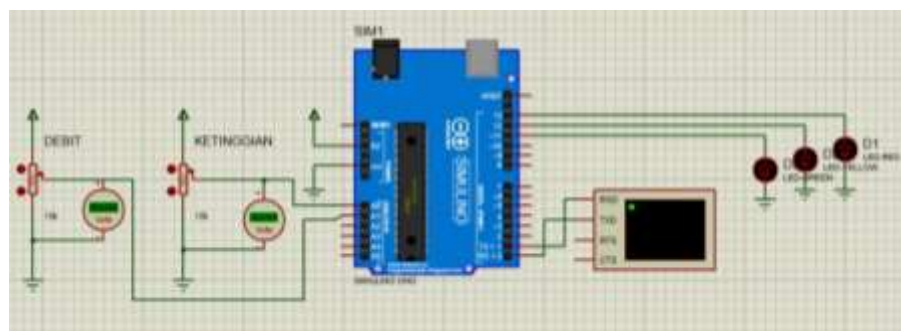
Gambar 9. Implementasi Menggunakan Simulink Matlab

Selanjutnya *rules fuzzy* ini diexport dan menjadi file .FIS (*Fuzzy Inference System*) lalu *diconvert* menjadi sebuah kode *Arduino* untuk menjadi sumber kode agar perangkat ini bias dijalankan untuk mendeteksi level air. Dengan menggunakan *rules fuzzy* ini, sistem dapat memberikan rekomendasi yang tepat mengenai kondisi aliran air sungai dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk menghindari dampak negatif yang mungkin terjadi.

3.3.3. Proteus Arduino

Pada bagian ini dibuat rancangan simulasi sistem monitor level air menggunakan proteus 8. Komponen yang digunakan yaitu *Arduino Simulino Uno*. (Dedi Sobari et al., 2023), Pot HG, Potensiometer, Terminal Monitor .(Jafar et al., n.d.), *Power* dan *Ground*. Karena ini hanya simulasi, sensor ultrasonic dan *flowmeter* akan diganti menggunakan potensiometer.

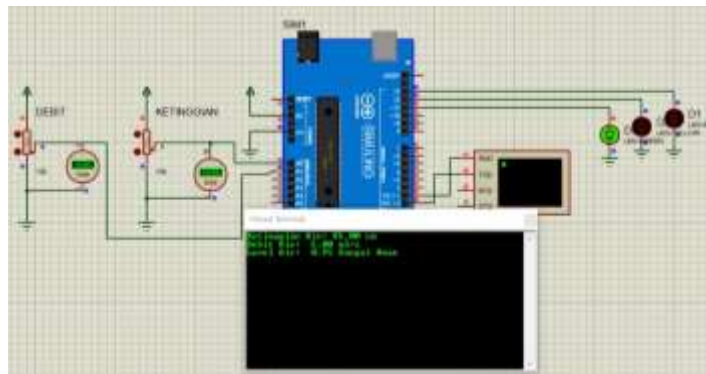
Pada gambar 9 potensiometer berfungsi menjadi *input* pengganti flowmeter dan *ultrasonic sensor* .(Habib Al Hudry et al., 2023). Setelah simulasi dinyalakan, muncul terminal monitor pada bagian kanan yang mencatat secara *realtime* perubahan ketinggian air dan debit air lalu dihitung menggunakan *rules fuzzy* untuk menentukan level air.(Renaldi et al., 2024)



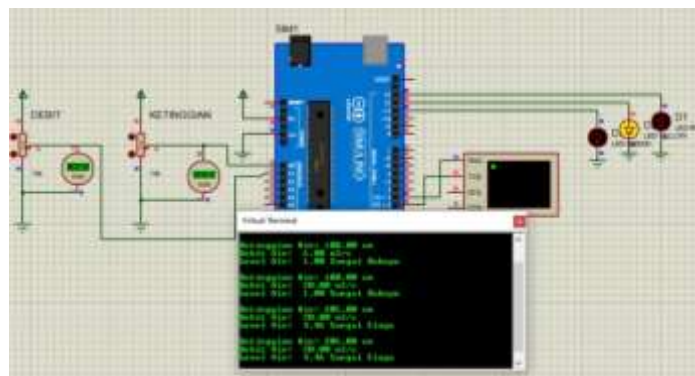
Gambar 10. Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis IoT Dan Logika Fuzzy l dengan proteus (belum menyala)

3.4. Implement (Implementasi)

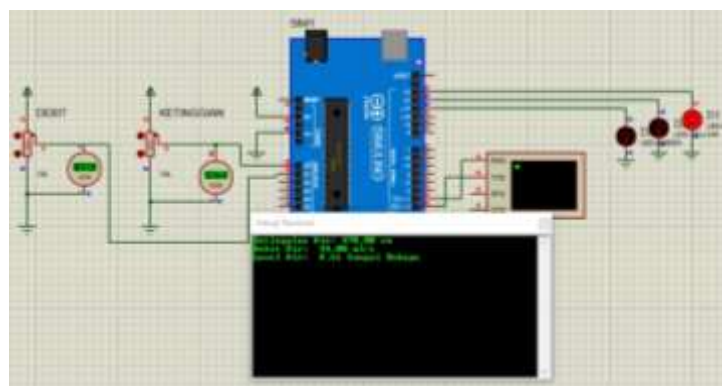
Penerapan dilakukan mengacu kepada rancangan produk yang telah dibuat. Pada penelitian ini kami menguji sistem *monitoring* ketinggian air menggunakan logika *fuzzy* yang telah kami buat. Sesuai *rules fuzzy*, level ketinggian sungai akan dihitung berdasarkan *input* dari sensor ketinggian dan debit air. Jika level aliran air rendah maka akan menampilkan LED Hijau. Jika level aliran air sedang maka akan menampilkan LED Kuning. Jika level aliran air tinggi maka akan menampilkan LED Merah.



Gambar 11. Level aliran air rendah menampilkan LED Hijau



Gambar 12. Level aliran air sedang menampilkan LED Kuning



Gambar 13. Level aliran air tinggi menampilkan LED Merah

3.5. Evaluate (Evaluasi)

Tahap evaluasi pada penelitian pengembangan model ADDIE dilakukan untuk memberi umpan balik kepada pengguna produk, sehingga revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh produk tersebut. Evaluasi dilakukan dengan cara mendemonstrasikan langsung alat pemantauan ketinggian air kepada *responden*. Dalam proses ini, *responden* mengamati kinerja alat tersebut, dan memberikan umpan balik berdasarkan

pengalaman mereka selama demonstrasi. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk mendapatkan masukan yang dapat digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan sistem sebelum diterapkan secara luas.

Selama demonstrasi, *responden* diminta untuk memperhatikan beberapa aspek penting, seperti akurasi sistem dalam mendeteksi ketinggian air, keandalan sistem dalam berbagai kondisi lingkungan, kemudahan penggunaan, dan kejelasan instruksi yang diberikan. *Responden* kemudian memberikan umpan balik langsung kepada tim pengembang mengenai pengalaman mereka dengan alat tersebut.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem pemantauan ketinggian air yang dikembangkan dengan logika *fuzzy* umumnya mendapat umpan balik positif dari *responden*. Sistem ini dianggap akurat dalam mendeteksi ketinggian air, mudah digunakan, dan andal dalam berbagai kondisi lingkungan.

Berdasarkan evaluasi ini, sistem pemantauan ketinggian air berbasis IoT dan logika *fuzzy* telah memenuhi tujuan pengembangan, yaitu menyediakan pemantauan *real-time*, memberikan peringatan dini yang akurat, dan mengirim data secara efektif dan efisien. Revisi yang diperlukan berdasarkan umpan balik dari evaluasi formatif telah diterapkan, sehingga produk akhir lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Metode pengujian yang digunakan meliputi:

3.5.1. Pengujian Black Box Testing

Pengujian **Black Box** bertujuan untuk memastikan bahwa setiap fungsi pada sistem **bekerja sesuai kebutuhan pengguna** tanpa melihat struktur kode program. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan input pada sistem dan mengamati output-nya.

Tabel 4. *Pengujian Black Box Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis IoT Dan Logika Fuzzy*

No	Fungsi yang Diuji	Skenario Pengujian	Output yang Diharapkan	Keterangan
1	Pembacaan sensor ketinggian air	Ketinggian air diubah pada bak simulasi	Nilai ketinggian terbaca pada dashboard sesuai realita $\pm 5\%$	Berhasil
2	Pembacaan sensor kecepatan aliran	Debit air meningkat	Nilai kecepatan tampil real-time di dashboard	Berhasil
3	Modul logika fuzzy	Input data (ketinggian, curah hujan, kecepatan aliran)	Output status: Siaga 2	Sesuai aturan fuzzy
4	Tampilan status banjir	Sistem menerima data fuzzy	Dashboard menampilkan “Bahaya Banjir” warna merah	Valid
5	Notifikasi otomatis	Nilai fuzzy > ambang batas	Sistem mengirim notifikasi (Blynk)	Berhasil

3.5.2. User Acceptance Testing (UAT)

Pengujian *User Acceptance Testing (UAT)* dilakukan untuk memastikan sistem telah memenuhi kebutuhan pengguna akhir 5–10 pengguna potensial (Akhlaq et al., 2024). Skala penilaian menggunakan skala Likert (1–5)

- 1 = Sangat Tidak Setuju
- 2 = Tidak Setuju
- 3 = Cukup
- 4 = Setuju
- 5 = Sangat Setuju

Berikut hasilnya

Tabel 5. *Pengujian User Acceptance Testing (UAT) Simulasi Sistem Pemantauan Air Sungai Berbasis IoT Dan Logika Fuzzy*

No	Indikator Penilaian	Pertanyaan Uji	Target Nilai (≥ 4)	Nilai Rata-rata	Keterangan
1	Kemudahan penggunaan dashboard	“Apakah tampilan sistem mudah dipahami dan dioperasikan?”	≥ 4	4.6	Diterima
2	Ketepatan data sensor	“Apakah data ketinggian dan arus air yang ditampilkan sesuai kondisi nyata?”	≥ 4	4.4	Diterima
3	Konsistensi data real-time	“Apakah data terus diperbarui tanpa jeda signifikan?”	≥ 4	4.5	Diterima
4	Respons waktu peringatan	“Apakah notifikasi diterima tepat waktu saat status siaga berubah?”	≥ 4	4.3	Diterima
5	Kesesuaian hasil fuzzy	“Apakah tingkat siaga banjir sesuai dengan kondisi air di lapangan?”	≥ 4	4.2	Diterima
6	Kejelasan grafik dan indikator	“Apakah grafik dan indikator warna mudah dibaca?”	≥ 4	4.7	Diterima
7	Manfaat untuk mitigasi banjir	“Apakah sistem membantu dalam mendeteksi dini potensi banjir?”	≥ 4	4.8	Diterima
8	Stabilitas komunikasi data	“Apakah koneksi antara alat dan server berjalan lancar?”	≥ 4	4.5	Diterima
9	Evaluasi umum	“Apakah Anda puas dengan performa sistem ini?”	≥ 4	4.6	Diterima

Berdasarkan hasil pengujian UAT, rata-rata skor keseluruhan adalah 4,51 (kategori Sangat Baik). Artinya sistem telah diterima oleh pengguna dan layak diimplementasikan sebagai alat bantu deteksi dini dan pemantauan banjir berbasis IoT dan logika fuzzy.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pemantauan ketinggian air berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan *Arduino uno*, simulasi Cisco Packet Tracer, logika *Fuzzy*, dan visualisasi menggunakan software Proteus. Sistem ini mampu melakukan pemantauan ketinggian air secara *real-time*, memberikan notifikasi peringatan dini dengan pendekatan *Fuzzy Logic* untuk meningkatkan akurasi dan respon terhadap kondisi kritis. Penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE, analisis masalah menggunakan SWOT (*Strenght, Weaknes, Opportunity*

dan Threat), Analisis Kebutuhan dan Analisis Kelayakan menggunakan Analisis TELOS adalah metode evaluasi kelayakan proyek yang digunakan untuk menilai apakah sebuah proyek (terutama sistem informasi) layak untuk dikembangkan dan diterapkan. Metode ini menganalisis lima aspek utama: Technical (Teknis), Economic (Ekonomi), Legal (Hukum), Operational (Operasional), dan Schedule (Jadwal). Hasil pengujian Black Box menghasilkan bahwa setiap fungsi pada sistem bekerja sesuai kebutuhan pengguna. Berdasarkan hasil pengujian UAT, rata-rata skor keseluruhan adalah 4,51 (kategori Sangat Baik). Artinya sistem telah diterima oleh pengguna dan layak diimplementasikan sebagai alat bantu deteksi dini dan pemantauan banjir berbasis IoT dan logika fuzzy.

Daftar Pustaka

- Akhlaq, M. L. M., Azizah, I. N., Nataliya, D., Maghfiroh, F., & Febriani, Y. (2025). The IoT Simulation of Watering System for Vanilla Cultivation using DHT11 and Soil Moisture Sensors with Fuzzy Logic Control. *Innovation, Technology, and Entrepreneurship Journal*, 2(2), 105–118. <https://doi.org/10.31603/itej.14435>
- Akhlaq, M. L. M., Kanafi, K., & Syaifullah, R. (2024). It Capacity Improvement for Swimming Coaches and Assistant Coaches for Swimming Performance Coaching at the Indonesian Aquatic Federation in Magelang City. *Unram Journal of Community Service*, 5(4), 345–351. <https://doi.org/10.29303/ujcs.v5i4.701>
- Andari, R., Amalia, S., Saputra, E., Pemodelan, S., Pengontrolan, S., Ruangan, S., Logika, B., & Mamdani, F. (n.d.). *STUDI PEMODELAN SISTEM PENGONTROLAN SUHU RUANGAN BERBASIS LOGIKA FUZZY MAMDANI*.
- Dedi Sobari, Legenda Prameswono Pratama, Anindya Ananda Hapsari, Brainvendra Widi Dionova, Devan Junesco Vresdian, & Nirmalasari Hutagalung. (2023). Rancang Alat Peringatan Bahaya Banjir dengan Sistem IoT di Katu Lampa Kota Bogor Jawa Barat. *Jurusan Teknik Elektro Jakarta Global University*.
- Habib Al Hudry, M., Fathoni, F., Ulkhaq, Y., Tio Rifki Wijaya, P., & Arkan, M. H. (2023). *Perancangan Sistem Pendeteksi dan Monitoring Ketinggian Air Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266*. 2(3), 87–93. <https://doi.org/10.55123>
- Jafar, M., Simanjuntak, S., Sundari, S., & Lestari, Y. D. (n.d.). *Prosiding SNASTIKOM: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Paper Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Ketinggian Banjir Berbasis Web Dan IoT (Internet Of Things) Menggunakan Sensor Ultrasonik*.
- Lutfi, M., & Kristanto, A. (n.d.). “Jurnal TRANSFORMASI (Informasi & Pengembangan Iptek)” (STMIK BINA PATRIA) *TRAINER FUZZY SEBAGAI SARANA PRAKTIKUM MAHASISWA*.
- Lutfi, M. M. (2024). Digital Startup _Veggie Fresh_ using Code Igniter and Design Thinking Method. *ITEJ (Innovation, Technology and Enterprenuer Journal)*, 2(1), 1–14. <https://doi.org/10.31603>

- Lutfi, M. M., Andri Saputra, M., Indrawan Putranto, V., & Ridho, R. (2024a). SIMULASI SISTEM PENYIRAM TANAMAN HIAS MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA FUZZY BERBASIS INTERNET OF THINGS. *Jurnal TRANSFORMASI*, 20(1), 1–19.
- Lutfi, M. M., Andri Saputra, M., Indrawan Putranto, V., & Ridho, R. (2024b). SIMULASI SISTEM PENYIRAM TANAMAN HIAS MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA FUZZY BERBASIS INTERNET OF THINGS. *Jurnal TRANSFORMASI*, 20(1), 1–19.
- Lutfi MA, Y. F. K. (2024). PERANCANGAN START UP DIGITAL ENT BABY EQUIPMENT AND TOYS RENTAL DENGAN METODE USER DESIGN CENTER. *JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics*, 7(1), 285–295. <https://doi.org/10.36085>
- Putri, S. I. (n.d.). 560 Suci Imani Putri PERANCANGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI SINGELTON PADA PANEL SURYA OTOMATIS.
- Renaldi, A., Dewata, P., & Diptya Widayaka, P. (2024). Pengering Sepatu Menggunakan Fuzzy Logic Controller dengan Monitoring Berbasis Internet of Things Shoe Dryer Using Fuzzy Logic Controller with Internet of Things-Based Monitoring. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, 6(1), 15–30. <https://doi.org/10.30812/bite/v6i1.xxxxxx>
- Tri, N., Putra, A., Made, G., Desnanjaya, N., Krishna, P., Saputra, G., Sri, K., Astuti, A., Studi, P., & Komputer, S. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Ketersediaan Air Otomatis Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 6, 154–164.