

Perancangan Sistem *Monitoring* Tangki Air Minum Otomatis Menggunakan *Fuzzy Mamdani Internet of Things*

Muhammad Imam Syafei¹, Fina Supegina^{1*}, Sigit Indriyanto¹

¹Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

*fina.supegina@mercubuana.ac.id

Abstrak— Lingkungan berperan penting dalam kesehatan dan pertumbuhan ayam broiler, khususnya suhu, kualitas air, dan manajemen air yang optimal. Untuk itu, diperlukan sistem otomatis yang dapat memonitor dan mengendalikan faktor-faktor ini dari jarak jauh. Solusi yang diajukan adalah pembuatan sistem berbasis mikrokontroler ESP32 yang mengintegrasikan sensor suhu, sensor kualitas air, dan sensor manajemen air, dengan komponen seperti *water level sensor*, TDS sensor, sensor suhu, pompa air, dan modul WiFi untuk koneksi IoT. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini diproses menggunakan logika *fuzzy* dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk, memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata nilai *error* sensor suhu dibandingkan dengan termometer adalah 1,0%, sensor TDS dibandingkan dengan TDS Meter adalah 3,7%, dan sensor level air dibandingkan dengan vernier caliper adalah 1,22%. Selain itu, pengujian *output* logika *fuzzy* dan *valve* menggunakan MATLAB dan Arduino menunjukkan rata-rata *error* sebesar 13,89%. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu memonitor dan mengendalikan suhu, kualitas air, dan manajemen air dengan tingkat akurasi yang memadai, sehingga dapat meningkatkan kesehatan dan kinerja pertumbuhan ayam broiler.

Kata Kunci—Blynk, ESP32, *Fuzzy*, *Internet of Things*, Kualitas Air

DOI: 10.22441/jte.2025.v16i2.002

I. PENDAHULUAN

Di era globalisasi dan kemajuan teknologi saat ini, sektor pangan menghadapi tantangan besar dalam memastikan air tersedia dan berkualitas optimal, terutama dalam proses budidaya dan pengolahan. Kualitas air yang buruk dapat mengakibatkan penurunan kesehatan hewan, produktivitas rendah, dan kontaminasi produk[1]. Faktor-faktor seperti polusi lingkungan, perubahan iklim, dan infrastruktur pengolahan air yang kurang memadai sering menjadi penyebab menurunnya kualitas air di banyak peternakan, yang dapat mengancam ketahanan pangan dan kualitas produk peternakan[2].

Industri peternakan ayam broiler merupakan sektor penting dalam industri pertanian modern, memainkan peran vital dalam memenuhi kebutuhan protein hewani bagi populasi manusia yang terus berkembang[3]. Permintaan produk unggas yang meningkat mendorong fokus pada pemuliaan dan manajemen pemeliharaan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kesejahteraan hewan. Namun, kendala sering muncul karena kurangnya perhatian terhadap faktor penting seperti kualitas air. Suhu air minum memainkan peran signifikan dalam kesehatan dan kinerja pertumbuhan ayam broiler, mendukung penyerapan nutrisi yang efisien dan menjaga keseimbangan termal tubuh

ayam, yang mempengaruhi produksi dan kesehatan secara keseluruhan.[4]

Ayam broiler rentan terhadap stres lingkungan, yang dapat mengganggu pertumbuhan dan menurunkan produktivitas. Suhu air minum yang tidak sesuai dapat menyebabkan stres[4]. Manajemen yang tepat dalam memastikan ketersediaan dan kualitas air sangat penting untuk menjaga produktivitas dan hasil pangan[5]. Pengelolaan air pada hewan ternak tidak cukup hanya dengan konsistensi dan pengawasan manual; diperlukan alat *monitoring* yang dapat memberikan informasi tentang ketersediaan dan kualitas air secara real-time[6].

Perkembangan teknologi pengendalian saat ini memungkinkan mikrokontroler untuk berfungsi sebagai dasar sistem otomatisasi, dihubungkan dengan *input* dan *output* melalui portnya[7]. Mikrokontroler, yang diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), dapat menciptakan sistem kendali dan *monitoring* air otomatis. Dengan aplikasi seperti Blynk, pengguna dapat memantau dan mengontrol penggunaan air secara akurat dari jarak jauh[8]. Teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan ketepatan dalam pengelolaan sumber daya air, memaksimalkan hasil pertanian, dan mengurangi risiko kerugian.

Pentingnya pengelolaan air yang efisien dan berkualitas berlaku untuk semua skala peternakan. Alat *monitoring* yang dikembangkan bertujuan mempermudah pengguna menjaga ketersediaan dan kualitas air, memastikan kebutuhan minum hewan ternak selalu terpenuhi tanpa pemborosan. Alat ini diharapkan menjadi solusi efektif dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan sektor peternakan.

II. PENELITIAN TERKAIT

Pada penelitian [9] dengan judul “Sistem Kendali Dan *Monitoring* Pompa Air Otomatis Berbasis Human Machine Interface”, penelitian ini mengembangkan sistem kontrol dan *monitoring* pompa air yang terintegrasi dengan Human Machine Interface (HMI) dan *Internet of Things* (IoT), menggunakan PLC Siemens dan HMI KTP 700 *Basic* yang diprogram melalui TIA PORTAL V17. Sistem ini memonitor kondisi air, arus, dan tegangan pompa, serta memungkinkan kontrol lokal dan akses jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini efisien dan akurat dalam mengelola operasi pompa air, serta andal untuk aplikasi otomatisasi.

Pada penelitian kedua dengan judul “Pengaruh Temperatur Air Minum Terhadap Kinerja Pertumbuhan, Histomorfologi Usus Halus Dan Tingkat Stress Ayam Boriler”, penelitian ini membahas pengaruh suhu air minum terhadap pertumbuhan,

histomorfologi usus halus, dan tingkat stres pada ayam broiler. Menggunakan 120 ekor ayam yang dibagi menjadi empat kelompok perlakuan suhu air minum (24°C, 28°C, 32°C, dan 36°C), penelitian ini menunjukkan bahwa suhu air minum dalam rentang 24-36°C tidak mempengaruhi pertumbuhan, histomorfologi usus halus, dan tingkat stres pada ayam broiler yang dipelihara dalam kondisi lingkungan termoneutral.

Pada penelitian [11] ketiga dengan judul “Sistem Kendali Pasokan Air Minum Dikandang Ayam Menggunakan NodeMcu” penelitian ini mengembangkan alat otomatis untuk mengontrol pemberian air minum pada ayam ternak menggunakan mikrokontroler NodeMcu yang diintegrasikan dengan sensor dan modul GSM SIM900A. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengontrolan air minum ayam melalui website, memfasilitasi pembuatan jadwal pemberian air, dan membantu peternak memastikan ayam mendapatkan air yang cukup tanpa perlu sering mendatangi kandang.

Pada penelitian [12] keempat dengan judul “Rancang Bangun Smart Garden Untuk Budidaya Jamur Tiram Dengan Metode Sistem *Fuzzy Mamdani* Berbasis *Internet Of Things* (IoT) yang diterbitkan oleh Dani, Akhmad Wahyu Dani. DonnaYosephine Siahaan. Yuliza. Fadli Sirait., dan Fina Supegina. (2022). Penelitian ini mengembangkan alat untuk mengontrol dua jenis kumbung jamur tiram, satu dengan kendali *fuzzy mamdani* dan satu tanpa kendali *fuzzy*. Alat ini mengatur suhu dan kelembapan untuk kondisi habitat alami jamur. Hasilnya menunjukkan bahwa kumbung dengan kendali *fuzzy Mamdani* menghasilkan pertumbuhan jamur yang lebih baik dibandingkan kumbung tanpa kendali, dengan suhu terkontrol antara 25°C hingga 28°C dan kelembapan antara 87% hingga 90%.

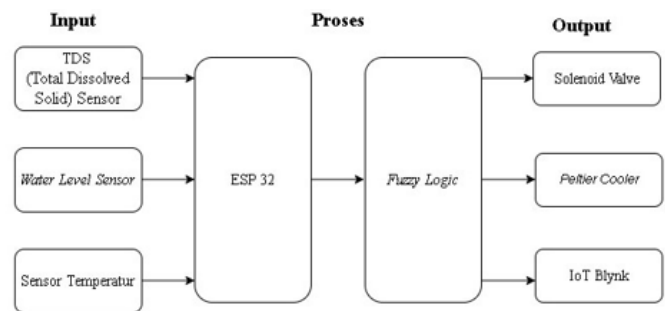
Pada penelitian [13] kelima dengan judul “Rancang Bangun Sistem Kontrol Air Minum Kandang Burung Puyuh Berbasis *Internet Of Things* Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*”, penelitian ini mengembangkan sistem kontrol air minum kandang burung puyuh menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan Node MCU ESP8266, serta sensor Ultrasonic HC SR-04 dan sensor Turbidity SKU SEN0189. Sistem ini menggunakan metode *Fuzzy Logic* untuk mengatur waktu pengisian dan pengurasan air berdasarkan level dan kekeruhan air. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan sistem sebesar 93,83%, dengan rata-rata *error* yang rendah untuk sensor Ultrasonic (4,71%) dan sensor Turbidity (3,96%).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, sistem merupakan rancangan *prototype* sistem *monitoring* air minum ayam berbasis IoT dengan metode *fuzzy mamdani*. Realisasi alat dan program didukung pustaka hasil penelitian yang diperoleh melalui studi literatur sebagai informasi. studi literatur, dan mencari referensi terkait dengan TDS sensor, *water level sensor*, *temperature sensor*, sistem *fuzzy*, dan proses kerja IoT.

A. Blok Diagram

Tahapan awal dari pembuatan *prototype* yakni merancang alur kerja dari sistem yang dibuat. Desain dari alur sitem disajikan dalam bentuk diagram blok guna mempermudah dalam memahami prinsip kerja dari alat secara keseluruhan.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

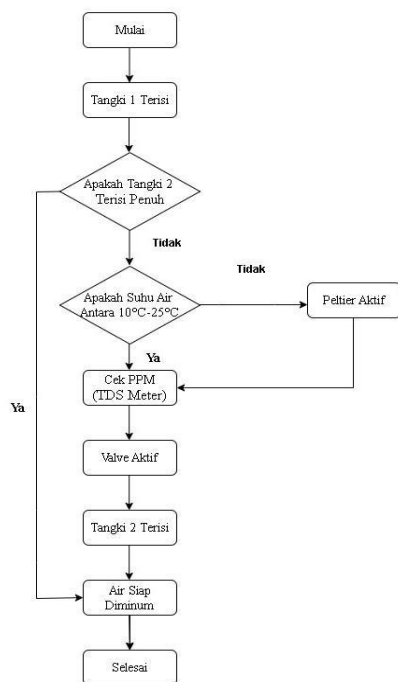
Berdasarkan Gambar 1, sistem terdiri dari tiga komponen utama: *input*, *proses*, dan *output*, yang bekerja bersama untuk mengontrol kondisi air dalam tangki secara otomatis. Bagian *input* menerima sinyal dari tiga sensor berbeda: TDS sensor, *water level sensor*, dan *water temperature sensor*. TDS sensor berfungsi mengukur kepadatan molekul dalam air di tangki 1, yang penting untuk memastikan kualitas air. *Water level sensor* bertugas mengukur volume atau ketinggian air di tangki 2, membantu dalam mengelola jumlah air yang tersedia. *Water temperature sensor* mengukur suhu air di tangki 1, yang berpengaruh langsung terhadap kondisi lingkungan air.

Pada bagian *proses*, sinyal-sinyal dari ketiga sensor ini diolah menggunakan metode *fuzzy*. Metode ini memungkinkan sistem untuk menentukan *output* yang tepat berdasarkan kondisi *input* yang beragam. Proses *fuzzy* mengkonversi nilai-nilai sensor menjadi keputusan yang dapat diambil oleh sistem, menyesuaikan tindakan yang perlu dilakukan untuk menjaga kondisi optimal. *Output* dari pengolahan *fuzzy* ini kemudian digunakan sebagai *input* untuk program pada ESP32, yang mengendalikan tindakan selanjutnya.

Bagian *output* merupakan tahap akhir dari sistem, di mana keputusan yang dihasilkan oleh pengolahan data *fuzzy* dan diprogram dalam ESP32 akan menentukan kapan *solenoid valve* dan *peltier* harus aktif atau mati. *Solenoid valve* mengatur aliran air berdasarkan kebutuhan yang terdeteksi oleh sensor, sementara *peltier* mengatur suhu air agar tetap dalam kisaran yang optimal. Dengan demikian, sistem ini memastikan bahwa kondisi air dalam tangki selalu terjaga pada tingkat yang sesuai, baik dari segi kualitas, kuantitas, maupun suhu, secara otomatis dan efisien.

B. Flowchart Sistem

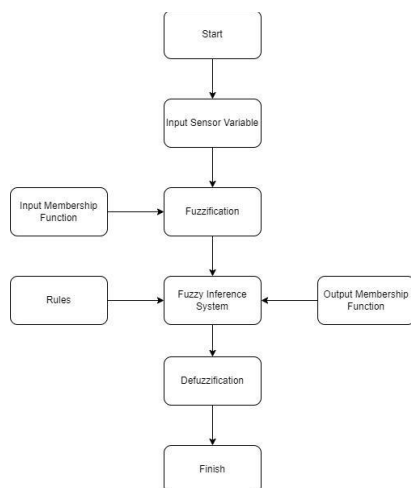
Flowchart ini memberikan pandangan terperinci tentang cara kerja sistem, mengilustrasikan langkah demi langkah proses yang terlibat, dan memperjelas alur keputusan yang diambil dalam sistem yang dapat dilihat.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Berdasarkan Gambar 2, proses dimulai dengan pengisian Tangki 1. Setelah Tangki 1 terisi, sistem akan mengecek apakah Tangki 2 sudah penuh. Jika Tangki 2 tidak penuh, sistem akan memeriksa apakah suhu air berada dalam rentang 10°C hingga 25°C. Jika suhu air tidak dalam rentang tersebut, Peltier akan diaktifkan untuk mengatur suhu air. Setelah suhu air berada dalam rentang yang diinginkan, sistem akan melakukan pengecekan PPM (Parts Per Million) menggunakan TDS (Total Dissolved Solids) meter. Jika hasil pengecekan PPM sesuai, maka katup (*valve*) akan diaktifkan untuk memindahkan air dari Tangki 1 ke Tangki 2. Setelah Tangki 2 terisi, air akan siap diminum dan proses selesai.

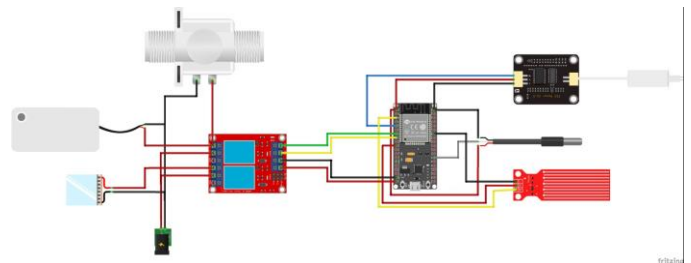
Kemudian rancangan alur dari sistem *fuzzy* dirancang untuk mempermudah proses perancangan sistem *fuzzy* itu sendiri.

Gambar 3. Flowchart Sistem *Fuzzy*

Berdasarkan Gambar 3, implementasi fuzzy logic pada sistem ini dimulai dari variabel input yang diterima oleh sensor. Hasil dari pembacaan sensor akan dilakukan proses fuzzifikasi. Pada tahap ini, masing-masing nilai input yang diterima akan dikelompokkan sesuai dengan membership function yang telah dirancang. Setelah pengelompokkan dilakukan, maka tahapan selanjutnya yakni fuzzy inference system. Pada tahapan ini, output dari fuzzifikasi akan diolah dan disesuaikan dengan rules yang telah ditentukan. Selain itu, hasil dari perhitungan berdasarkan rules akan dikelompokkan pada output membership function, yang mana proses ini sebenarnya masih termasuk pada fuzzy inference system. Setelah dilakukan perhitungan, maka tahapan terakhir yakni melakukan defuzzifikasi. Pada tahapan ini, nilai output yang samar akan mendapatkan nilai pasti dengan range 0-1.

C. Perancangan Alat

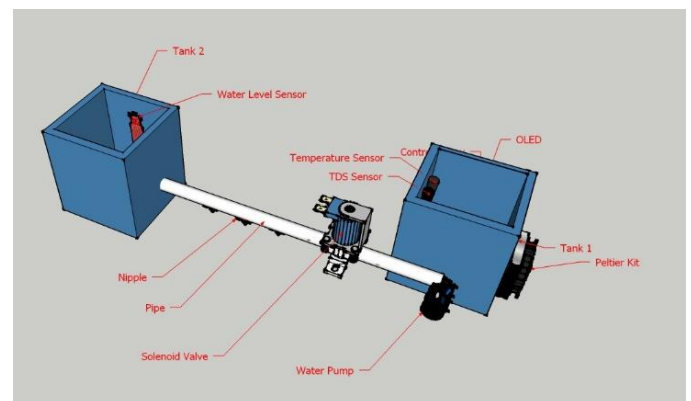
Setelah didapat konsep dari sistem yang akan digunakan, tahapan selanjutnya yakni menentukan bagaimana konsep tersebut diwujudkan ke dalam bentuk alat. Dalam proses ini, diperlukan perancangan skematik untuk menentukan komponen apa saja yang akan digunakan serta bagaimana wiring dari sistem yang akan digunakan



Gambar 4. Skematik Alat

Berdasarkan Gambar 4, komponen terdiri dari 3 buah sensor yakni TDS sensor, *water level sensor*, dan *temperature sensor*. Kemudian yang bertindak sebagai *output* yakni *solenoid valve*, *water pump*, dan *peltier*. Ketiga komponen *output* bergerak berdasarkan hasil kalkulasi dari sistem *fuzzy* yang terdapat pada ESP 32. *Output* dari *fuzzy* akan mengendalikan relay yang terhubung dengan komponen *output*.

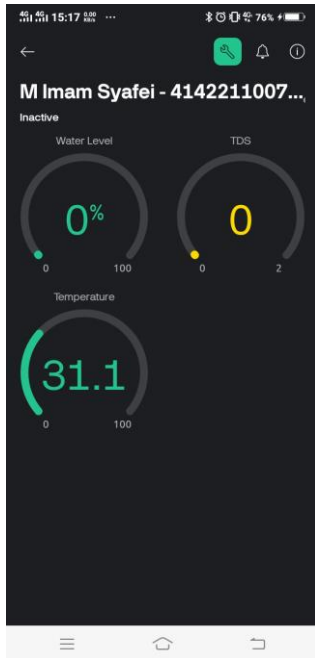
Kemudian dari segi mekanikal, alat didesain dahulu dengan menggunakan *software sketchup* untuk memberikan visualisasi dalam bentuk 3 dimensi.



Gambar 5. Rancangan 3D

Berdasarkan Gambar 5, kedua tangki akan dihubungkan secara horizontal dengan menggunakan pipa. Kemudian terdapat *solenoid valve* dan *water pump* untuk memindahkan air dari tangki 1 ke tangki 2.

Lalu untuk sistem IoT, alat ini menggunakan blynk sebagai platform IoT. Blynk dipilih karena memiliki fitur yang cukup dan tampilan yang sederhana untuk free user.

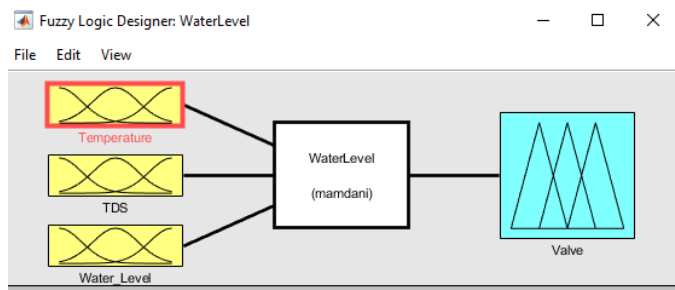


Gambar 6 Tampilan Blynk

Berdasarkan Gambar 6, desain tampilan dari blynk terdiri dari tiga parameter yang mewakili nilai pembacaan dari masing-masing sensor.

D. Perancangan Fuzzy

Perancangan *fuzzy* dilakukan dengan menggunakan *software* matlab. Pada *software* matlab terdapat *fuzzy designer toolbox* yang dapat mempermudah dalam merancang sistem *fuzzy*.

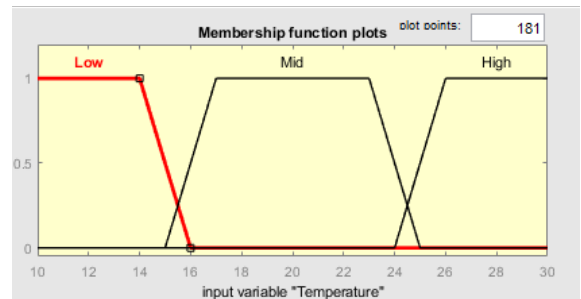


Gambar 7. Rancangan *Input* dan *Output* Fuzzy

Berdasarkan Gambar 7, sistem *fuzzy* yang terdapat pada alat ini bekerja berdasarkan TDS sensor, *water level sensor*, dan *temperature sensor* yang kemudian diproses pada mikrokontroler ESP32 lalu terdapat action berupa pergerakan *valve* sebagai *output*. Metode *fuzzy* yang digunakan pada alat ini yaitu metode *fuzzy mamdani*. Secara garis besar, dalam proses kalkulasi sistem *fuzzy* terbagi menjadi tiga tahap yakni fuzzifikasi, *rules evaluation*, dan defuzzifikasi[14].

1) Fuzzifikasi

Sistem *fuzzy* diawali dengan proses fuzzifikasi. Proses ini melibatkan komponen yang menjadi *input* dari alat. Dalam hal ini TDS sensor, *water level sensor*, dan *temperature sensor* yang nilai parameternya akan dikalkulasikan. Masing-masing *input* terdiri dari 3 buah *membership function* yakni low, mid, dan high. *Membership function* dari masing-masing *input* akan memiliki nilai yang berbeda. *Membership function* untuk *input* temperature yakni sebagai berikut.



Gambar 8. *Membership Function Temperature*

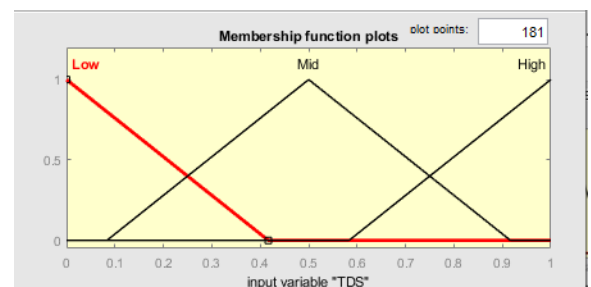
Secara matematis, *membership function temperature* dapat ditulis sebagai berikut.

$$\mu_{TemperatureLow}[x] = \begin{cases} 0, & x \geq 16 \\ \frac{16-x}{2}, & 14 \leq x \leq 16 \\ 1, & x \leq 14 \end{cases}$$

$$\mu_{TemperatureMid}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 15; x \geq 25 \\ \frac{x-15}{2}, & 15 \leq x \leq 17 \\ 1, & 17 \leq x \leq 23 \\ \frac{25-x}{2}, & 23 \leq x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{TemperatureHigh}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 24 \\ \frac{x-24}{2}, & 24 \leq x \leq 26 \\ 1, & x \geq 26 \end{cases}$$

Kemudian *membership function* untuk *input* TDS yakni sebagai berikut.



Gambar 9. *Membership Function TDS*

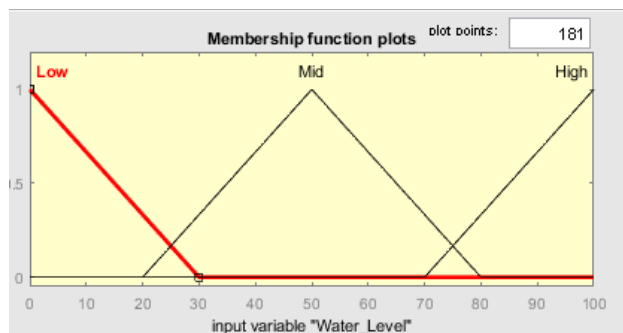
Secara matematis, *membership function* TDS dapat ditulis sebagai berikut.

$$\mu_{TDSL\text{ow}}[x] = \begin{cases} 0, & x \geq 0.4 \\ \frac{0.4 - x}{0.4}, & 0 \leq x \leq 0.4 \\ 1, & x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{TDSM\text{id}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 0.1 ; x \geq 0.9 \\ \frac{x - 0.1}{0.4}, & 0.1 \leq x \leq 0.5 \\ \frac{0.9 - x}{0.4}, & 0.5 \leq x \leq 0.9 \end{cases}$$

$$\mu_{TDSH\text{igh}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 0.6 \\ \frac{x - 0.6}{0.4}, & 0.6 \leq x \leq 1 \\ 1, & x \geq 1 \end{cases}$$

Kemudian untuk *membership function water level* yakni sebagai berikut.



Gambar 10. *Membership Function Water Level*

Secara matematis, *membership function Watel Level* dapat ditulis sebagai berikut.

$$\mu_{\text{WaterLevelLow}}[x] = \begin{cases} 0, & x \geq 30 \\ \frac{30 - x}{30}, & 0 \leq x \leq 30 \\ 1, & x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{WaterLevelMid}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 20 ; x \geq 80 \\ \frac{x - 20}{30}, & 20 \leq x \leq 50 \\ \frac{80 - x}{30}, & 50 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{WaterLevelHigh}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 70 \\ \frac{x - 70}{30}, & 70 \leq x \leq 100 \\ 1, & x \geq 100 \end{cases}$$

2) Rules Evaluation

Pada tahap ini, setiap *output* fuzzifikasi akan digabung dengan menggunakan *rules*. Pada rancangan *fuzzy*, terdapat 27 *rules* yang digunakan dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 1. *Fuzzy Rules*

No	Input			Output
	Temperature	TDS	Water Level	Valve
1	Low	Low	Low	Open
2	Low	Low	Mid	Mid

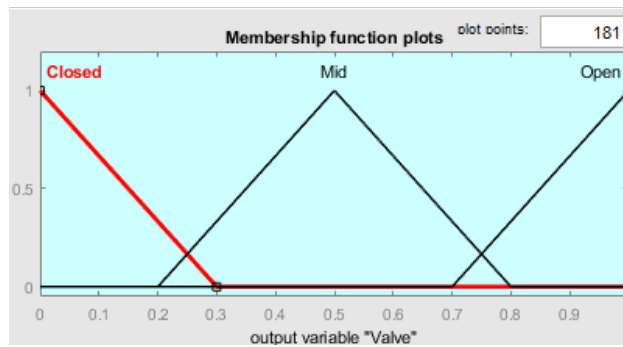
3	Low	Low	High	Closed
4	Mid	Low	Low	Open
5	Mid	Low	Mid	Mid
6	Mid	Low	High	Closed
7	High	Low	Low	Closed
8	High	Low	Mid	Closed
9	High	Low	High	Closed
10	Low	Mid	Low	Open
11	Low	Mid	Mid	Mid
12	Low	Mid	High	Closed
13	Mid	Mid	Low	Open
14	Mid	Mid	Mid	Mid
15	Mid	Mid	High	Closed
16	High	Mid	Low	Closed
17	High	Mid	Mid	Closed
18	High	Mid	High	Closed
19	Low	High	Low	Open
20	Low	High	Mid	Mid
21	Low	High	High	Closed
22	Mid	High	Low	Open
23	Mid	High	Mid	Mid
24	Mid	High	High	Closed
25	High	High	Low	Closed
26	High	High	Mid	Closed
27	High	High	High	Closed

3) Defuzzifikasi

Tahap ini merupakan tahap akhir dari sistem fuzzy. Pada tahapan ini fuzzy output diubah menjadi crisp output. Nilai yang dihasilkan dari proses ini yakni berupa tindakan yang dilakukan oleh valve. Tahap defuzzifikasi dimulai dengan mencari α -predikat pada masing-masing 27 rules menggunakan fungsi AND atau mengambil nilai terkecil dari membership function input-nya, kemudian dikalikan dengan singleton masing-masing aksi pada tiap aturan. Selanjutnya nilai Z akan diperoleh dengan cara menjumlahkan semua hasil tersebut dan dicari rata-ratanya.

$$z = \frac{\sum \alpha_i \times z_i}{\sum \alpha_i} \quad (1)$$

Terakhir, *membership function* untuk *output Valve* yakni sebagai berikut.

Gambar 11. *Membership Function Valve*

Secara matematis, *membership function Valve* dapat ditulis sebagai berikut.

$$\mu_{\text{ValveClosed}}[x] = \begin{cases} 0, & x \geq 0.3 \\ \frac{0.3 - x}{0.3}, & 0 \leq x \leq 0.3 \\ 1, & x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{ValveMid}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 0.1 ; x \geq 0.8 \\ \frac{x - 0.2}{0.3}, & 0.2 \leq x \leq 0.5 \\ \frac{0.8 - x}{0.3}, & 0.5 \leq x \leq 0.8 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{ValveOpen}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 0.7 \\ \frac{x - 0.7}{0.3}, & 0.7 \leq x \leq 1 \\ 1, & x \geq 1 \end{cases}$$

IV. HASIL DAN ANALISA

Setelah melewati berbagai macam proses manufaktur, hasil dari model fisik dari alat yakni sebagai berikut.

Gambar 12. *Tampilan Alat Keseluruhan*

Pada gambar diatas merupakan hasil keseluruhan dari alat yang sudah dirancang,. Pada alat tersebut ditambahkan peltier yang berperan sebagai sistem pendingin yang sudah ditambahkan ke tangki utama yang dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 13. *Peltier Kit*

Pada gambar tersebut merupakan tampilan peltier yang sudah ditambahkan ke tangki utama, untuk perancangan sistem mikrokontrolernya akan ditampilkan pada gambar berikut.

Gambar 14. *Sistem Kontroler*

Pada gambar diatas tersebut merupakan tampilan sistem mikrokontroler pada rancangan alat, rancangan sistem tersebut dilindungi dengan box berwarna putih yang bertujuan untuk melindungi mikrokontroler dari air yang dimana rancangan alat tersebut menggunakan media air.

Setelah fisik tersusun dengan baik, maka selanjutnya dilakukan pengujian. Pengujian meliputi pengujian masing-masing sensor, pengujian pada IoT blynk, pengujian sistem fuzzy, dan sistem secara keseluruhan,.

A. *Temperature Sensor*

Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan sensor ke dalam air dengan suhu yang berbeda. Kemudian hasil dari pengukuran sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan termometer digital. Hasil pembacaan sensor harus sama dengan hasil pembacaan termometer. Pengujian dilakukan secara berkali-kali sampai ditemukan akurasi yang terbaik

Tabel 2. Hasil Pengujian *Temperature Sensor*

No	Sensor (°C)	Thermometer (°C)	Error (%)
1	15.0	15	0
2	14.8	15	1.33
3	16.0	16	0
4	15.7	16	1.87
5	19.9	20	0.5
6	20.0	20	0

7	24.1	25	3.6
8	24.4	25	2.4
9	27.0	27	0
10	26.8	27	0.74
Rata-rata <i>Error</i>			1.0

Berdasarkan grafik dan tabel 2 di atas, hasil pembacaan sensor tidak 100% akurat sesuai dengan termometer. Akan tetapi, dengan rata-rata 1.0%. Angka tersebut masih dapat ditoleransi karena memiliki selisih yang tidak jauh dan kecil kemungkinan untuk berpengaruh pada sistem *fuzzy*.

B. TDS Sensor

Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan probe dari TDS sensor ke dalam air. Kemudian dipastikan bahwa nilai PPM yang terbaca oleh TDS sensor sama seperti hasil pembacaan TDS meter

Tabel 3. Hasil Pengujian TDS Sensor

No	Sensor (ppm)	TDS Meter (ppm)	<i>Error</i> (%)
1	0.61	0.7	12.9
2	0.8	0.8	0.0
3	0.66	0.7	5.7
4	0.89	0.9	1.1
5	0.88	0.9	2.2
6	0.88	0.9	2.2
7	0.9	0.9	0.0
8	0.87	0.9	3.3
9	0.81	0.9	10.0
10	0.9	0.9	0.0
Rata-rata <i>error</i>			3.7

Berdasarkan hasil pembacaan pada tabel di atas, nilai TDS sensor dengan TDS meter memiliki nilai yang sama dengan rata-rata *error* sebesar 3.7 %. Dengan kata lain, terjadinya *error* pada akurasi dari TDS sensor dibawah 4%.

C. Water Level Sensor

Pengujian dilakukan dengan cara mengisi air ke tangki yang akan digunakan. Air. Pengisian air akan sampai pada titik terbawah dari *water level sensor*, kemudian jarak *water level sensor* paling bawah diukur sampai dasar tangki dengan menggunakan vernier caliper yang dimana jarak antara dasar tangki ke dasar *water level sensor* itu menyentuh sebesar 7cm, lalu ukur ketinggian dari *water level sensor* yang dimana ketinggian *water level sensor* sebesar 4 cm, jika ditotalkan maka total ketinggian adalah 11cm, kemudian saat proses pengisian air maka *water level sensor* akan mendeteksi ketinggian air dan hasil *input*-an dari *water level sensor* saat mendeteksi ketinggian air akan dijumlahkan dengan ukuran dasar tangki ke dasar *water level sensor*.

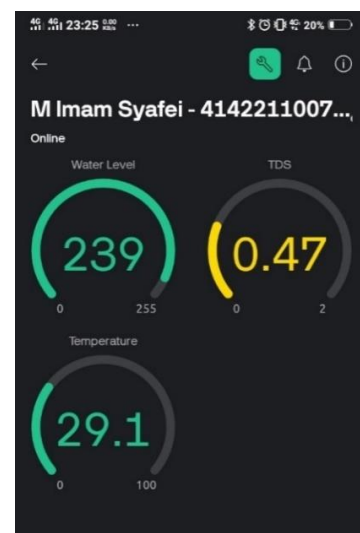
Tabel 4. Hasil Pengujian *Water Level Sensor*

No	Sensor (cm)	Tinggi Air Tangki (cm)	<i>Error</i> (%)
1	1	1.01	1
2	1	1.02	2
3	2	2.01	0.5
4	2	2.04	2
5	2	2.03	1.5
6	3	3.01	0.33
7	3	3.03	1
8	3	3.02	0.66
9	4	4.08	2
10	4	4.05	1.25
Rata-Rata <i>Error</i>			1.22

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dengan rata-rata *error* yang didapat sebesar 1.22% menunjukkan bahwa *water level sensor* memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan akurasi 99.78%

D. Pengujian IoT

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan ESP32 dengan aplikasi blynk yang terinstal di smartphone, kemudian hasil dari pembacaan seluruh sensor dapat diterima oleh blynk dan terbaca pada tampilan GUI di blynk.



Gambar 15. Tampilan GUI Blynk

Pada gambar di atas menunjukkan hasil pembacaan masing-masing sensor pada blynk yang menunjukkan bahwa aplikasi blynk sudah terkoneksi dengan ESP 32. Selanjutnya, hasil pembacaan harus dicek kembali dengan alat ukur untuk memastikan bahwa nilai yang ditampilkan di blynk sama dengan kondisi aktual.



Gambar 16. Pengukuran Menggunakan Thermometer

Pada gambar di atas menunjukkan pembacaan pada water level sensor dengan thermometer yang menunjukkan bahwa pembacaan water level sensor pada blynk sudah tepat.

E. Pengujian Sistem Fuzzy

Sebelum sistem *fuzzy* diterapkan pada program, sistem yang telah dirancang diuji terlebih dahulu agar aksi yang dilakukan pada hardware dapat berjalan dengan lancar. Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan simulasi di matlab dan arduino, akan tetapi percobaan ini hanya sebatas kalkulasi *input* dan *output*. Kemudian hasil dari *output* matlab dan arduino akan dibandingkan. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk memastikan bahwa *output* yang dihasilkan dari sistem *fuzzy* yang telah dirancang telah sesuai dengan *rules* yang diharapkan.

Tabel 5. Perbandingan *Output* Matlab dan Arduino

No	Matlab	Arduino	Error (%)
1	0.5	0.5	0
2	0.114	0.1	14
3	0.135	0.1	35
4	0.102	0.1	2
5	0.124	0.1	24
6	0.113	0.1	13
7	0.122	0.1	22
8	0.128	0.1	28
9	0.887	0.9	1.4
10	0.615	0.6	2.5
Rata-Rata Error			13.89

Berdasarkan hasil kalkulasi, pada dasarnya hasil dari kalkulasi pada arduino merupakan pembulatan dari hasil kalkulasi pada matlab. Selisih tersebut tidak mempengaruhi performa dari perhitungan *fuzzy* baik pada matlab maupun arduino dan menunjukkan bahwa rata-rata *error* pada tingkat keakuratan hasil kedua *output* tersebut memiliki nilai 13.89%

F. Hasil Akhir

Pengujian ini merupakan tahap akhir dari seluruh rangkaian pembuatan alat. Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan pengecekan ulang terhadap sensor secara bersamaan dengan interval 10 kali pengujian.

Pengujian pertama yakni seluruh sensor dilakukan pengecekan ulang secara bersamaan. Berbeda dengan pengujian komponen sebelumnya, tujuan dari melakukan pengujian sensor secara bersamaan yakni untuk mengetahui seberapa efektif jika ketiga sensor bekerja secara bersamaan. Selain itu, pada percobaan ini dilakukan perhitungan *error* dari masing-masing sensor dengan alat ukur yang dijadikan pembanding dengan sensor. Hasil dari pengujian sensor yakni sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Keseluruhan

No	Input			Output	Keterangan	Waktu Respon (s)
	Sensor Suhu	TDS Sensor	Water Level Sensor	Valve		
1	22	0.6	14	0.9	Open	0.99
2	27	0.6	59	0.1	Closed	0.962
3	28	0.7	42	0.1	Closed	0.991
4	28	0.6	72	0.1	Closed	0.968
5	28	0.7	33	0.1	Closed	1.018
6	21	0.6	29	0.5	Middle	0.98
7	26	0.6	23	0.1	Closed	0.994
8	28	0.6	92	0.1	Closed	0.95
9	26	0.6	93	0.1	Closed	0.951
10	28	0.6	40	0.1	Closed	0.953
Rata-Rata Respon						0.9757

Berdasarkan hasil pengujian, pergerakan dari *output* sudah memenuhi *rules fuzzy* yang telah dirancang sebelumnya. Selain itu, dalam 10 kali pengujian sistem memiliki waktu respon selama 0.9757 detik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian mengenai sistem monitoring dan kendali air otomatis berbasis mikrokontroler dengan aplikasi Blynk, dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian sensor suhu *temperature* dengan thermometer didapatkan rata-rata *error* sebesar 1.0% untuk hasil pengujian suhu. Hasil dari pengujian output fuzzy logic dan valve menggunakan matlab dan arduino didapatkan rata-rata *error* sebesar 13,89% *error* yang didapat adalah dikarenakan pembacaan nilai output valve pada arduino dan fuzzy logic pada matlab ada perbedaan dari output hasil dari perhitungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada dosen dan staff Universitas Mercu Buana, juga rekan-rekan dari PT. GMF AeroAsia, beserta semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan jurnal ini. Serta kepada tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. E. Mustofa, A. D. Tanjung, and H. F. Suryani, "Water Spraying With Different Temperatures Before Transportation On Live Weight And Carcass Loss Of Broiler Chicken," *Tropical Animal Science*, vol. 4, no. 1, pp. 17–23, May 2022, doi: 10.36596/tas.v4i1.797.
- [2] E. Hidta Lusandika, I. Gusti Ketut Suarjana, I. Ketut Suada, P. Dokter Hewan di Banyuwangi Jawa Timur, L. Mikrobiologi Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan, and L. P. Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana Jl Sudirman Denpasar Bali, "Kualitas Air Peternakan Ayam Broiler Ditinjau dari Jumlah Bakteri Coliform dan Escherichia coli (Water Quality In Broiler Chickens Farms Towards The Number Of Coliform And Escherichia Coli Bacteria)," 2017, doi: 10.21531/bulvet.2017.9.1.81.
- [3] S. N. Hidayah, H. I. Wahyuni, and S. Kismiyati, "Kualitas Kimia Daging Ayam Broiler dengan Suhu Pemeliharaan yang Berbeda (Chemical Quality of Broiler Chicken Meat at Different Breeding Temperature)." [Online]. Available: <https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/jstp>
- [4] M. Kaya and E. D. Fidan, "The Effect of Drinking Water Temperature and Stocking Density on Broiler Performance, Meat Quality and Some Behavioral Traits at High Ambient Temperature," *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, vol. 74, no. 1, pp. 5315–5324, 2023, doi: 10.12681/jhvms.29349.
- [5] S. Kalita et al., "Effect of different sources of drinking water on the performance of commercial broiler chicken," ~ 67 ~ *The Pharma Innovation Journal*, no. 8, pp. 67–69, 2021, [Online]. Available: <http://www.thepharmajournal.com>
- [6] P. A. Rosyady and P. A. Anugerah, "Sistem Monitoring Konsumsi Air Rumah Tangga Berbasis Website," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 14, no. 2, p. 62, Jun. 2023, doi: 10.22441/jte.2023.v14i2.001.
- [7] M. H. Ramadhan and J. Andika, "Desain Sistem Kontrol Level Deaerator Menggunakan Kontrol Cascade dan Logika Fuzzy di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Muara Karang," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 01, p. 78, 2024, doi: 10.22441/jte.2024.v15i1.012.
- [8] E. Sri Rahayu and C. Wulan Hidayat, "Desain Sistem Penyiraman Tanaman Tomat Berbasis Suhu dan Kelembaban menggunakan Fuzzy dan IoT," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 14, no. 03, pp. 132–140, 2023, doi: 10.22441/jte. 2023.v14i3.003.
- [9] M. H. Ridwan, M. Yuhendri, H. Habibullah, and J. Sardi, "Sistem Sistem Kendali Dan Monitoring Pompa Air Otomatis Berbasis Human Machine Interface," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 2, pp. 592–600, 2023.
- [10] M. Khoirudin and Wihandoyo, "Effect Of Drinking Water Temperature On Growth Performance, Small Intestinal Histomorfology And Stress Levels In Broiler Chicken," 2021. [Online]. Available: <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- [11] Y. P. Sembiring, U. Khair, and A. Sembiring, "Sistem Kendali Pasokan Air Minum Dikandang Ayam Menggunakan Nodemcu," *Wahana Inovasi: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UISU*, vol. 11, no. 1, pp. 214–221, 2022.
- [12] A. W. Dani, D. Y. Siahaan, Y. Yuliza, F. Sirait, and Fi. Supegina, "Rancang Bangun Smart Garden Untuk Budidaya Jamur Tiram Dengan Metode Sistem Fuzzy Mamdani Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 13, no. 2, pp. 108–114, 2022.
- [13] T. A. Ramadhan, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Air Minum Kandang Burung Puyuh Berbasis Internet Of Things Menggunakan Metode Fuzzy Logic," 2020. Accessed: Aug. 09, 2024. [Online]. Available: <http://etheses.uin-malang.ac.id/24322/>
- [14] D. I. Shema, "Implementasi Metode Logika Fuzzy Sugeno Pada Prototipe Robot Pemadam Api Dengan Kemampuan Navigasi," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 13, no. 1, p. 55, Feb. 2022, doi: 10.22441/jte. 2022.v13i1.010.