

## Perancangan Aplikasi Berbasis Teknologi Internet Untuk Sistem Pengendali Alat Penyimpan Air

Mhd Zakki Fatahillah

Program Studi Teknik Elektro Universitas Panca Budi, Medan, Indonesia

Email: [zakkifatahillah354@gmail.com](mailto:zakkifatahillah354@gmail.com)

### Abstract

*The placement of water reservoirs at an altitude makes it difficult to know the condition of the water directly, so we need a system that can control and monitor in real time. In this study, a waterflow sensor has been used as a water flow reader, an ultrasonic sensor as a water level reader and a TDS sensor to detect water turbidity in a reservoir connected to an Arduino Atmega 2560. The Mamdani type fuzzy logic method is used to control the filling of water in a reservoir with level rules. water level and turbidity are controlled and monitored using IoT technology on smartphones. Based on the results of the study, it can be seen that the use of IoT in the control and monitoring system can facilitate monitoring the condition of reservoirs remotely in real time, where the data from the trial results obtained the highest success rate of the water filling process reaching 97% with an average error of less than 15%. So that this method can be applied to a smart home water reservoir control and monitoring system.*

**Keywords:** IoT, Waterflow sensor, TDS, Ultrasonic, fuzzy logic

### Abstract

Penempatan tandon air yang berada di ketinggian membuat kesulitan untuk mengetahui kondisi air secara langsung, sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat mengontrol dan monitoring secara real time. Pada penelitian ini telah digunakan sensor waterflow sebagai alat pembaca debit air, sensor ultrasonik sebagai pembaca level air dan sensor TDS untuk mendeteksi kekeruhan air pada tandon yang dihubungkan dengan arduino atmega 2560. Metode fuzzy logic tipe mamdani digunakan untuk mengontrol pengisian air dalam tandon dengan aturan tingkat ketinggian dan kekeruhan air yang dikontrol dan dimonitor menggunakan teknologi IoT pada smartphone. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa penggunaan IoT pada sistem kontrol dan monitoring dapat mempermudah pemantauan kondisi tandon dari jarak jauh secara real time, dimana data hasil uji coba diperoleh tingkat keberhasilan tertinggi proses pengisian air mencapai 97% dengan rata-rata error kurang dari 15%. Sehingga metode ini dapat diterapkan untuk sistem kontrol dan monitoring tandon air rumah cerdas.

**Kata kunci :** IoT, Sensor waterflow, TDS, Ultrasonik, fuzzy logic.

## **PENDAHULUAN**

Air merupakan sumber daya alam yang penting bagi kehidupan. Seiring dengan bertambahnya populasi, permintaan air juga semakin meningkat [1]. Fungsi air dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti mandi, mencuci, memasak, dan lain – lain [2]. Hal tersebut wajar, karena air merupakan kebutuhan utama manusia di dunia [3]. Namun sejauh ini, kesadaran masyarakat akan konservasi air belum mencapai tujuan penggunaan air. Masyarakat masih belum menyadari pentingnya sumber daya air dan tidak peduli dengan berapa banyak air yang digunakan setiap hari [1].

Sering terjadinya kerusakan saluran air akibat pembangunan membuat air dirumah penduduk berhenti mengalir tiba-tiba. Pihak PDAM membutuhkan waktu berhari hari untuk memperbaiki kerusakan pipa saluran yang rusak. Penyimpanan air dalam tandon dibutuhkan disaat situasi seperti itu terjadi. Penyimpanan air dalam tandon juga berfungsi untuk menghemat penggunaan air [4].

PDAM menggunakan meteran air untuk mengetahui jumlah pemakaian air bersih pada tiap- tiap rumah pelanggan [5]. Meter air rumahan masih banyak yang berbasis analog sehingga data pemakaian air sulit diketahui oleh masyarakat, namun sekarang sudah banyak yang menggunakan sistem digital [6]. Sehingga kita mendapatkan kemudahan untuk membaca nilai hasil pengukuran. Pihak PDAM tidak perlu lagi datang kerumah pelanggan untuk mencatat meter air [7]. Penerapan alat untuk memantau penggunaan air tandon dan mengontrolnya secara otomatis dari jarak jauh agar mempermudah penduduk dalam melihat pemakaian aliran air dirumah [8].

Penelitian ini mengusulkan aplikasi teknologi IoT yang diintegrasikan dengan sensor water flow, ultrasonic dan TDS dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan tujuan untuk mengontrol dan monitoring penggunaan air PDAM pada tandon air secara otomatis dan dapat memberikan informasi secara real time kondisi tandon air.

## **METODE PENELITIAN**

### **1. Fuzzy Logic Mamdani**

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 [9]. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

#### **1. Pembentukan himpunan fuzzy**

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

#### **2. Aplikasi fungsi implikasi**

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

#### **3. Komposisi Aturan**

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri-dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.

#### **4. Penegasan (defuzzy)**

Masukan dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan keluaran yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai keluaran [2][10].

### **2. Perancangan Sistem Fuzzy Logic**

Untuk membuat sistem Fuzzy logic, hal pertama yang harus di dilakukan adalah membentuk himpunan fuzzy dari input dan output. Berikut adalah himpunan fuzzy dari keseluruhan sensor.

#### **a) Sensor TDS meter**

- |                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| 1. Sangat jernih | : (0, 30, 80, 120)       |
| 2. Jernih        | : (100, 140, 190, 240)   |
| 3. Normal        | : (220, 260, 300, 320)   |
| 4. Keruh         | : (310, 500, 750, 900)   |
| 5. Sangat keruh  | : (800, 980, 1150, 1350) |

b) Sensor Ultrasonik

- 1. Penuh : (8, 10, 12, 14)
- 2. Lumayan penuh : (13, 15, 17, 19)
- 3. Setengah : (18, 20, 22, 24)
- 4. Kurang : (23, 25, 27, 29)
- 5. Sangat kurang : (28, 30, 38, 40)

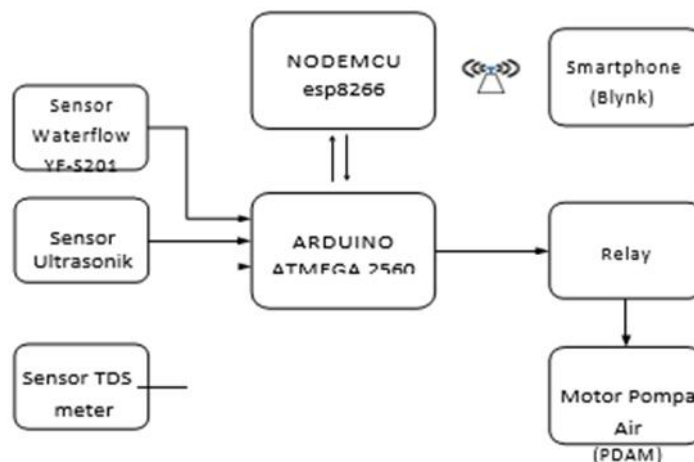
c) Durasi Pompa Air

- 1. Mati : (0, 0, 0, 0)
- 2. Cepat : (1, 2, 5, 6)
- 3. Sedang : (5, 6, 11, 12)
- 4. Lama : (11, 12, 17, 18)
- 5. Sangat lama : (17, 18, 29, 30)

Menentukan rule base fuzzy mamdani dari data membership function yang telah dibuat. Desain fuzzy mamdani sistem waterflow menggunakan 25 rule of base dapat dilihat pada table.

### 3. Perancangan Hardware

Secara teknik perancangan hardware terdiri atas sensor waterflow, sensor ultrasonik, sensor TDS meter, mikrokontroler Arduino Atmega 2560, NodeMCU ESP 8266, Relay, motor pompa air, dan Smartphone. Bagian-bagian tersebut kemudian dikombinasikan dengan menggunakan metode fuzzy logic pada program Arduino IDE sebagai pusat pemroses pengendali dan monitoring pengisian air tandon pada prototype alat pengisian air tandon yang sebenarnya. Gambar 1 menunjukkan blok diagram perancangan hardware.



Gambar 1 Blok diagram *hardware*

#### Sensor Water Flow YF – S201

Water Flow Sensor merupakan sebuah perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur debit fluida. Sensor tipe ini memiliki rotor dan transducer hall effect didalamnya untuk mendeteksi putaran rotor ketika fluida melewatinya. Putaran tersebut akan menghasilkan pulsa digital yang banyaknya sebanding dengan banyaknya fluida yang mengalir melewatinya.

#### Sensor Ultrasonik HY – SRF05

Sensor Ultrasonik merupakan sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. HY- SRF05 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu ultrasonik transmitter dan ultrasonik receiver. Gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz).

#### Sensor TDS meter

TDS (Total Dissolved Solids) menunjukkan berapa miligram padatan terlarut yang terlarut dalam satu liter air. Secara umum, semakin tinggi nilai TDS, semakin banyak padatan terlarut yang terlarut dalam air, dan semakin kurang bersih airnya. Oleh karena itu, nilai TDS dapat digunakan sebagai salah satu acuan untuk mencerminkan kebersihan air.

### Arduino Atmega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware).

### NodeMCU ESP8266

NodeMcu esp8266 adalah Open-source firmware dan pengembangan kit yang membantu untuk membuat prototipe produk IOT (Internet of Things) dalam beberapa baris skrip Lua NodeMcu Esp8266 adalah sebuah platform open source IOT (Internet Of Things).

### Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch).

### Motor Pompa Air

Pompa adalah suatu alat yang dapat memindahkan fluida dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi dan meningkatkan tekanan fluida dari yang bertekanan rendah ke yang bertekanan tinggi. Pompa air yang digerakkan oleh motor DC memiliki prinsip kerja yang sama dengan pompa air AC, hanya saja pompa tersebut memperoleh energi listrik dari tegangan DC yang diberikan oleh baterai atau adaptor, dan prinsipnya sama dengan yang digerakkan oleh AC.

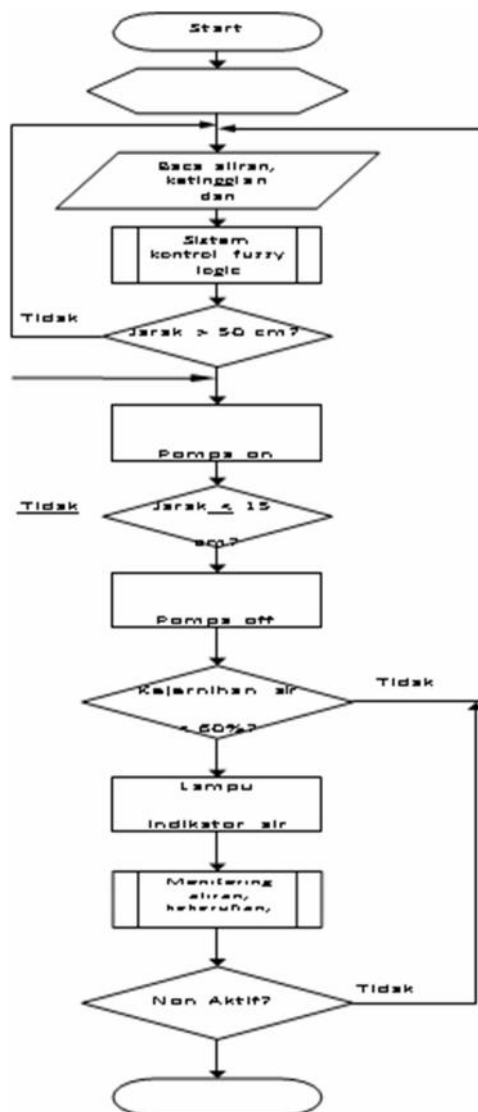
### Blynk

Blynk adalah IOT Cloud platform untuk aplikasi iOS dan Android yang berguna untuk mengontrol Arduino, Raspberry Pi, dan board-board sejenisnya melalui Internet. Blynk adalah dasbor digital tempat Anda dapat membangun antarmuka grafis untuk alat siap pakai

hanya dengan menyeret dan melepas widget. Blynk tidak terikat dengan beberapa microcontroller tertentu atau shield tertentu. Sebaliknya, apakah Arduino atau Raspberry Pi melalui Wi-Fi, Ethernet atau chip ESP8266, Blynk akan membuat alat online dan siap untuk Internet Of Hal.

### Perancangan Software

Perancangan software digambarkan menggunakan flowchart untuk mengetahui cara kerja prototype sistem water flow, dapat dilihat pada gambar 2.



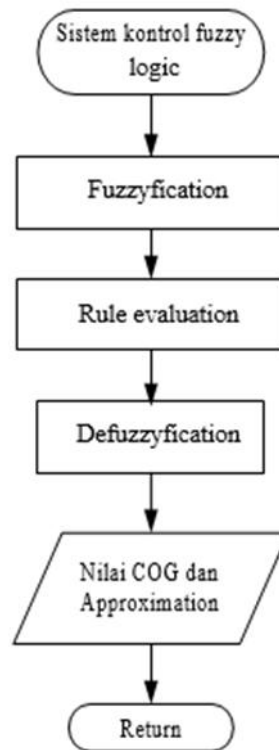
Gambar 2 Flowchart proses pengisian tandon

Pada saat pertama kali dijalankan, sistem akan melakukan konfigurasi wifi pada aplikasi blynk untuk mendeteksi pembacaan sensor ultrasonik, tds meter dan waterflow. Kemudian setelah sensor sudah terdeteksi dan berfungsi dengan baik, sistem akan langsung menjalankan pompa air untuk proses pengisian bak tandon dengan aturan metode fuzzy mamdani untuk input ketinggian dan kekeruhan air. Pengisian akan dimulai dari ketinggian lebih dari 50 cm dan nilai kadar partikel air diantara 250 – 350 ppm. Proses pengisian air mengikuti durasi nyala pompa air dari aturan membership function fuzzy logic yang sudah dibuat sampai ketinggian air mencapai kurang dari 15 cm dan nilai kadar partikel air diantara 250 – 350 ppm. Setelah itu pompa air akan mati. Jika keadaan air dalam bak tandon keruh atau tingkat kejernihan kurang dari 60 % pada saat proses pengisian berlangsung, maka pompa air akan berhenti mengisi ditandai dengan lampu indikator menyala, untuk itu diperlukannya pengurasan air dan pembersihan bak tandon. Semua proses tersebut dapat dipantau lewat smartphone menggunakan IoT.

#### Sistem Fuzzy Logic

Untuk bagian subprogram ini digunakan sebagai metode yang dipakai pada sistem pengaturan pompa pada pengisian air tandon. Flowchart proses kontrol fuzzy logic ditunjukkan pada gambar 3.





Gambar 3 Flowchart subprogram fuzzy logic

### Monitoring Blynk

Untuk bagian subprogram ini digunakan untuk mengontrol kondisi pengisian air dalam tandon melalui smartphone, ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Flowchart subprogram monitor Blynk

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Sensor

#### 1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil nilai ketinggian air Sensor Ultrasonik sama dengan hasil pengukuran manual. Berdasarkan pengujian tersebut didapat hasil perbandingan seperti ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Pengujian sensor ultrasonic

Pengujian ke	Sensor Ultrasonik (cm)	Pengukuran Manual (cm)	Error (%)
1	2	2	0
2	6	6	0
3	11	11	0
4	16,8	17	-0,01176
5	22,3	23	-0,03043
6	25	25	0
7	28,5	29	-0,01724
8	32,9	33	-0,00303
9	36,2	36	0,005556
10	42,4	42	0,009524

### 3.1.2. Pengujian Sensor TDS meter

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil nilai ppm air Sensor TDS sama dengan hasil pengukuran dengan alat digital yang ada di pasaran. Berdasarkan pengujian tersebut didapat hasil perbandingan seperti ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 Pengujian sensor TDS meter

Pengujian ke	Sensor TDS meter (ppm)	Pengukuran Manual (ppm)	Error (%)
1	274,6	274	0,00219
2	276,6	276	0,002174
3	294,4	289	0,018685
4	293,2	293	0,000683
5	295,9	295	0,003051
6	296,8	298	-0,00403
7	300,5	300	0,001667
8	317,8	320	-0,00687
9	330,8	333	-0,00661
10	352,3	359	-0,01866

### Pengujian Sistem

Pengujian selanjutnya dilakukan pada sistem kontrol pengisian tandon air menggunakan fuzzy inference system metode mamdani. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem kontrol dapat bekerja dengan baik menggunakan sensor waterflow, ultrasonik dan tds meter untuk mengontrol pompa air dalam melakukan pengisian air tandon.

Untuk menguji metode fuzzy mamdani dapat diterapkan pada sistem pengisian air tandon. Dari pengujian ini akan didapatkan data yang berisi respon dari masing-masing komponen. Data hasil percobaan 1 sistem kontrol dan monitoring waterflow dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Monitoring waterflow percobaan 1

no	kekeruhan air (ppm)	level air (cm)	durasi pompa (s)	flowrate (L/m)	debit air (L)	pompa
1	319	28	0	0	4	off
2	319	28	19	0	4.13	on
3	318	20	4	4	4.67	on
4	316	19	7	4	6.82	on
5	318	18	2	7	8.93	on
6	318	14	2	9	10.46	on
7	318	14	2	2	10.84	on
8	318	13	2	13	13.16	on
9	314	12	0	4	16.59	off

Hasil pengamatan pada tabel 4 pompa berhenti bekerja pada level air 12 cm dengan jumlah debit air sebesar 16.59 L dengan durasi pompa yang semakin tinggi level air semakin lama pula durasi pompa menyala. Nilai ppm air stabil, Pembacaan flowrate berbanding lurus dengan durasi pompa dan jumlah debit air yang terkumpul. Air dapat terisi sebanyak 87% dari kapasitas maximum tandon. Data hasil percobaan 2 sistem kontrol dan monitoring waterflow dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Monitoring waterflow percobaan 2

no	kekeruhan air (ppm)	level air (cm)	durasi pompa (s)	flowrate (L/m)	debit air (L)	pompa
1	304	30	0	0	4	off
2	292	29	10	4	8.68	on
3	302	24	12	3	9.25	on
4	302	21	10	1	9.44	on
5	298	17	2	13	11.70	on
6	297	11	0	0	13.83	off

Hasil pengamatan pada tabel 5 pompa berhenti bekerja pada level air 11 cm dengan jumlah debit air sebesar 13.83 L dengan durasi pompa yang relatif stabil. Nilai ppm air juga stabil namun terjadi penurunan debit air yang hanya 73 % dari total maximum kapasitas tandon. Data hasil percobaan 3 sistem kontrol dan monitoring waterflow dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Monitoring waterflow percobaan 3

no	kekeruhan air (ppm)	level air (cm)	durasi pompa (s)	flowrate (L/m)	debit air (L)	pompa
1	292	28	0	0	4	off
2	285	28	10	3	4.53	on
3	285	28	0	25	8.73	off
4	292	26	14	0	8.80	on
5	285	24	0	16	11.48	off
6	300	20	8	0	11.49	on
7	292	19	8	2	11.86	on
8	297	16	3	4	12.60	on
9	298	14	0	6	13.71	off
10	295	12	0	0	13.71	off

Hasil pengamatan pada tabel 6 pompa berhenti bekerja pada level air 12 cm dengan jumlah debit air sebesar 13.71 L dengan durasi pompa kurang stabil namun tetap berfungsi. Nilai ppm cenderung stabil. Debit air hanya terisi 72 % dari total kapasitas maximum tandon. Data hasil percobaan 4 sistem kontrol dan monitoring waterflow dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Monitoring waterflow percobaan 4

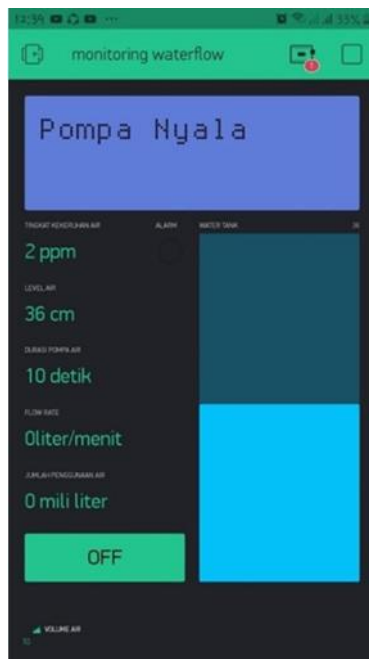
no	kekeruhan air (ppm)	level air (cm)	durasi pompa (s)	flowrate (L/m)	debit air (L)	pompa
1	283	28	0	0	4	off
2	280	27	14	21	8.64	on
3	300	22	0	9	10.32	on
4	293	19	4	3	10.89	on
5	280	17	2	7	13.91	on
6	278	17	3	5	14.89	on
7	278	17	2	1	15.18	on
8	281	16	3	5	16.14	on
9	278	15	3	5	17.00	on
10	280	14	0	0	18.55	off

Hasil pengamatan pada tabel 7 pompa berhenti bekerja pada level air 14 cm dengan jumlah debit air sebesar 18.55 L dengan durasi pompa fluktuatif namun cenderung stabil dari segi nilai ppm, flowrate maupun jumlah debit air. Air pun terisi sampai 97% dari kapasitas maximum tandon. Data hasil percobaan 5 sistem kontrol dan monitoring waterflow dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Monitoring waterflow percobaan 5

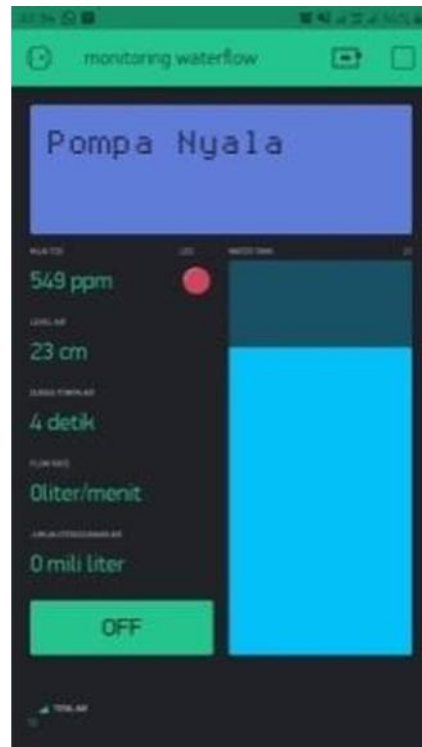
no	kekeruhan air (ppm)	level air (cm)	durasi pompa (s)	flowrate (L/m)	debit air (L)	pompa
1	276	28	0	0	4	off
2	276	28	10	11	6.49	on
3	274	25	14	1	6.66	on
4	276	23	14	1	6.92	on
5	274	18	4	2	9.32	on
6	274	13	2	11	10.64	on
7	276	13	2	13	12.89	on
8	274	11	0	0	17.11	off

Hasil pengamatan pada tabel 8 pompa berhenti bekerja pada level air 11 cm dengan jumlah debit air sebesar 17.11 L dengan durasi pompa fluktuatif namun cenderung stabil dari segi nilai ppm, flowrate maupun jumlah debit air. Air pun terisi sampai 90% dari kapasitas maximum tandon. Tampilan IoT sistem pengisian air sedang bekerja dengan normal dapat dilihat pada gambar 5.



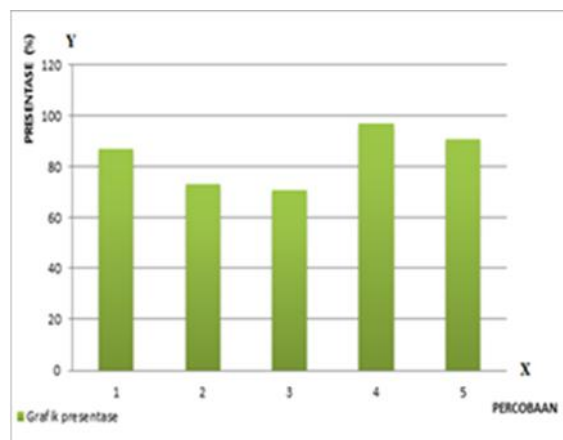
Gambar 5 Kondisi air normal

Error yang terjadi jika air dalam kondisi keruh dengan nilai ppm diatas 400 akan mematikan secara paksa proses pengisian air dalam tandon ditandai dengan indikator lampu led menyala dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Kondisi air sedang keruh.

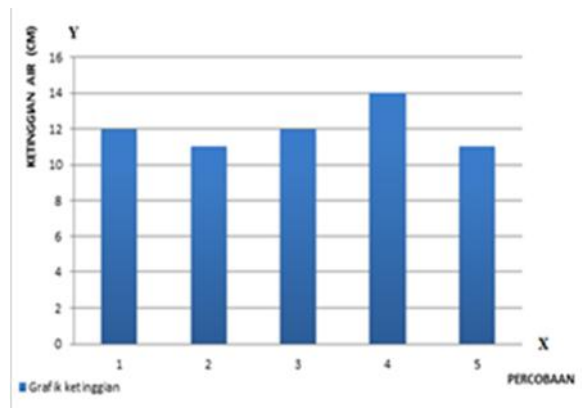
Hasil data perbandingan pengisian tandon air pada percobaan pertama sampai percobaan kelima mengalami fluktuatif. Tingkat keberhasilan terendah mencapai 71% dan tingkat keberhasilan tertinggi mencapai 97% dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Grafik keberhasilan percobaan

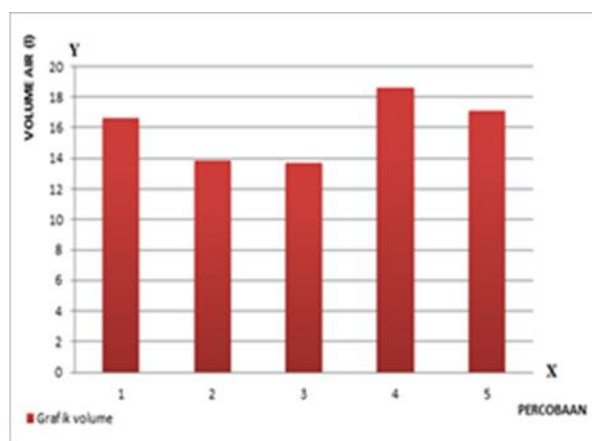


Perbandingan grafik ketinggian air percobaan pertama sampai percobaan kelima dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Grafik ketinggian air

Perbandingan grafik volume air percobaan pertama sampai percobaan kelima dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Grafik volume air

## **KESIMPULAN**

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan prototype sistem kontrol dan monitoring tandon air kemudian dilakukan pengujian dan analisa, maka dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Sistem dapat mengontrol secara real time melalui smartphone berbasis IoT dapat menampilkan informasi kondisi air tandon menggunakan aplikasi blynk.
2. Sistem dapat memonitor kualitas kekeruhan air dan penggunaan air tandon melalui smartphone.
3. Berdasarkan data hasil tiap percobaan yang dilakukan terhadap sistem kontrol tandon air, diperoleh data bahwa dengan menggunakan metode fuzzy logic memiliki tingkat keberhasilan yang cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan tingkat keberhasilan tertinggi mencapai 97% dengan rata-rata error kurang dari 15%.

## **Ucapan Terima Kasih**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen dan staff pengajar Universitas Bhayangkara Surabaya atas bimbingan dan ilmu serta memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian dan memberikan arahan selama proses pengambilan data, analisis, hingga penulisan.

## **REFERENCES**

- A. Suharjono, L. N. Rahayu, and R. Afwah, "Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang," *Tek. Elektro, Politek. negeri Semarang*, vol. Vol.13, no. 1, pp. 7–12, 2015.
- A. A. Afifuddin, "Penerapan Metode Fuzzy Untuk Monitoring Penggunaan Air Rumah Tangga Berbasis Arduino," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 3, no. 1, pp. 31–38, 2019.*
- D. P. A. R. Hakim, A. Budijanto, and B. Widjanarko, "Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID," *J. IPTEK*, vol. 22, no. 2, pp. 9–18, 2019, doi: 10.31284/j.ipitek.2018.v22i2.259.
- D. Sasmoko, H. Rasminto, and A. Rahmadani, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekurangan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga," *J. Inform. Ugris*, vol. 5, no. 1, pp. 25–34, 2019, doi: 10.26877/jiu.v5i1.2993.
- R. Savitri, "Genius Loci Permukiman Bansir Laut di Kota Pontianak," vol. 18, no. 1, 2021.
- H. A. Robhani and A. Ro'uf, "Perancangan Flowmeter Ultrasonik untuk Mengukur Debit Air Pada Pipa," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst., vol. 8, no. 1, p. 83, 2018, doi: 10.22146/ijeis.31774.*
- D. Wijayanto, D. Triyanto, and Ilhamsyah, "Pengganti Meteran Manual Karena Dapat Mengontrol Penggunaan Air Yang," *Coding, Sist. Komput. Untan*, vol. 4, no. 3, pp. 109–118, 2016.
- S. Sagala and A. Marlina, "Alat Pengukur Debit Air dengan Sensor Waterflow Ego-A Berbasis Arduino Uno dengan Tampilan LCD dan Buzzer," *Repos. Institusi USU*, 2017.
- D. Pemilihan, P. Mahasiswa, and U. Tugas, "Penggunaan Metode Fuzzy Inference System (Fis) Mamdani Dalam Pemilihan Peminatan Mahasiswa Untuk Tugas Akhir," *J. Inform. Darmajaya*, vol. 15, no. 1, pp. 10–23, 2015.
- E. V. Haryanto, R. Puspasari, and U. P. Utama, "Rancang Bangun Monitoring Penerangan Ruangan Menggunakan Kamera Berbasis Komputer Dengan Metode Fuzzy Logic," *It*, vol. 4, no. 2, pp. 192–201.
- Y. Yolinda, "Analisis Willingness To Pay Sistem Penyediaan Air Minum Menggunakan Contingent Valuation Method Di Kota Bandung (Studi Kasus Pelanggan IPA Dago Pakar)," *J. Reka Lingkungan*, vol. 7, no. 2, pp. 78–89, 2019, doi: 10.26760/rekalingkungan.v7i2.78-89.