

Implementasi *Moving Average Filter* Untuk Monitoring Ketinggian Air Pada Tandon Air Menggunakan *Antares*

Raffi Noval Pambudi¹, Slamet Indriyanto², Sigit Pramono³^{1,2,3} Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Article Info**Article history:**

Received: 31 Oktober 2022

Received in revised form: 16 November 2022

Accepted: 16 November 2022

Available online: 30 November 2022

Keywords:*Antares,**Moving Average Filter,**Ultrasonic Sensor JSN-SR04T,**Water Tanks***Kata Kunci:**

Antares,

Moving Average Filter,

Sensor Ultrasonik JSN-SR04T,

Tandon Air

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF MOVING AVERAGE FILTER FOR THE MONITORING WATER LEVEL IN WATER TANKS USING ANTARES. Almost all monitoring systems for measuring the height of water reservoirs use ultrasonic sensors. One of the ultrasonic sensors that is already waterproof is the JSN-SR04T ultrasonic sensor. However, this sensor has a weakness, namely the high error rate of sensor readings, thereby reducing the accuracy of sensor readings. One way to reduce errors that occur in sensors is to implement a Moving Average Filter (MAF) data filter. The MAF used in this study are MAF 5 and MAF 10. The purpose of this study is to test the sensor by comparing the sensor error value if not using MAF by using MAF 5 and MAF 10. For the monitoring system and the database of sensor measurement results used in this study is to use the Antares platform. The test results of the JSN-SR04T ultrasonic sensor reading value state that if the sensor does not use MAF, the sensor reading value produces an average error of 5.41%. Then if the sensor uses MAF 5 produces an average error of 3.42% and MAF 10 produces an average error of 5.21%. These results prove that the implementation of the Moving Average Filter is able to reduce the JSN-SR04T ultrasonic sensor reading error.

Hampir seluruh sistem monitoring pengukuran ketinggian tandon air menggunakan sensor ultrasonik. Salah satu sensor ultrasonik yang sudah *waterproof* adalah sensor ultrasonik JSN-SR04T. Namun sensor ini memiliki kelemahan yaitu tingkat *error* pembacaan sensor yang tinggi sehingga mengurangi tingkat akurasi pembacaan sensor. Salah satu cara untuk mengurangi *error* yang terjadi pada sensor adalah dengan mengimplementasikan filter data *Moving Average Filter* (MAF). MAF yang digunakan adalah MAF 5 dan MAF 10. Tujuan yaitu melakukan pengujian pada sensor dengan membandingkan nilai *error* sensor jika tidak menggunakan MAF dengan menggunakan MAF 5 dan MAF 10. Untuk sistem monitoring dan tempat database hasil pengukuran sensor yang digunakan adalah dengan menggunakan *platform* Antares. Hasil pengujian nilai pembacaan sensor ultrasonik JSN-SR04T menyatakan bahwa jika sensor tidak menggunakan MAF maka nilai pembacaan sensor menghasilkan rata-rata *error* sebesar 5,41%. Kemudian jika sensor menggunakan MAF 5 menghasilkan rata-rata *error* sebesar 3,42% dan MAF 10 menghasilkan rata-rata *error* sebesar 5,21%. Dengan hasil tersebut membuktikan bahwa pengimplementasian *Moving Average Filter* mampu mengurangi *error* pembacaan sensor ultrasonik JSN-SR04T.

Corresponding author:

Slamet Indriyanto

Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Jl. DI. Pandjaitan No. 128 Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

E-mail addresses: slamet@ittelkom-pwt.ac.id

1. Pendahuluan

Tandon air merupakan salah satu alat yang banyak digunakan masyarakat sebagai tempat penampungan air sementara apabila sumber air yang digunakan terdapat gangguan seperti sumber air yang sedang bermasalah dan pompa air yang mati/rusak sehingga penggunaan tandon air sangat penting bagi masyarakat [1]. Penempatan tandon air biasanya berada di ketinggian memiliki tujuan untuk memanfaatkan tekanan gravitasi dengan begitu air bisa teraliri dengan baik. Namun karena penempatan tandon air yang cukup tinggi, untuk melihat ketinggian air diperlukan usaha yang lebih untuk menaiki menara mengecek tandon air yang tentu saja sangat merepotkan karena tandon air tidak dilengkapi dengan alat untuk memantau level ketinggian air. Salah satu cara untuk memantau ketinggian air pada tandon air yaitu dengan menggunakan sensor ultrasonik. Ada beberapa tipe sensor ultrasonik yang beredar di pasaran yaitu tipe HC-SR04, HY-SRF05, dan JSN-SR04T. Masing-masing tipe sensor memiliki tingkat akurasi yang berbeda-beda. Menurut penelitian Amrullah [2], dari ketiga tipe sensor tersebut, sensor HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang memiliki tingkat akurasi tertinggi dengan rata-rata error terendah yaitu sebesar 1,03 % sementara itu sensor ultrasonik yang memiliki tingkat akurasi terendah adalah sensor JSN-SR04T dengan tingkat *error* tertinggi yaitu sebesar 8,5%. Hasil itu didapatkan dari hasil pengujian sebanyak 10 kali dengan jarak 10 cm – 100 cm dengan interval setiap 10 cm setiap 10 kali percobaan.

Sensor yang digunakan ultrasonik JSN-SR04T karena dari ketiga sensor diatas, sensor JSN-SR04T sudah waterproof sehingga akan lebih aman untuk dilakukan pengujian pada tandon air [3]. Sementara itu, untuk meningkatkan akurasi dari pembacaan sensor JSN-SR04T bisa menggunakan filter data. Salah satu cara untuk mengurangi hal tersebut adalah dengan mengimplementasikan *Moving Average Filter* (MAF) [4]. Penggunaan filter ini mampu mengoreksi *noise* yang terjadi saat melakukan pengukuran jarak [5]. MAF bisa dipakai untuk mengurangi *error* pada *output* sensor dan mendapatkan data terbaik dari data-data yang ada sehingga diharapkan dengan menggunakan MAF bisa meningkatkan kestabilan pembacaan sensor. Untuk melakukan monitoring hasil pengukuran dan grafik data, melalui *platform IoT* Antares sebagai tempat *cloud storage* atau penyimpan data hasil pengukuran. Pada platform IoT Antares terdapat salah satu protokol yang digunakan, yaitu protokol MQTT. Lalu protokol MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) berfungsi untuk menampilkan data secara real-time supaya proses update data bisa lebih cepat pada aplikasi antarmuka [6]. Protokol MQTT pada aplikasi seluler sangat efisien dalam mendistribusikan informasi baik satu atau lebih penerima karena sangat ringan dan hemat konsumsi daya [7]. Berdasarkan penjelasan yang telah dijabarkan diatas, maka diperlukan penelitian berjudul Implementasi *Moving Average Filter* untuk Monitoring Ketinggian Air pada Tandon Air.

2. Landasan Teori

2.1. *Moving Average Filter* (MAF)

Moving Average Filter adalah sebuah filter yang bekerja dengan cara mencari nilai rata-rata dari sinyal *input* untuk menghasilkan setiap titik dalam sinyal *output* [8], [9]. *Moving Average Filter* merupakan filter digital yang paling umum pada *Digital Processing Signal* (DSP) terutama karena filter digital termudah untuk dipahami dan digunakan. Terlepas dari kesederhanaannya, *Moving Average Filter* sangat optimal untuk mengurangi *noise* yang tidak diinginkan dengan mempertahankan tingkat respon yang akurat [10].

2.2. Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Sensor ultrasonik JSN-SR04T adalah hasil dari pengembangan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan fitur sudah *waterproof* sehingga bisa digunakan di tempat yang lembab atau basah [11]. Sensor ultrasonik JSN-SR04T akan mengirimkan sinyal frekuensi sebesar 40 KHz melalui Pin I/O *port* TRIG dengan sinyal 5 μ s dan memproses sinyal yang kembali. Sinyal yang mempunyai status *high* akan keluar melalui Pin I/O *port* ECHO [12]

2.3. Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino IDE merupakan *software* untuk menulis program, mengkompilasi, dan mengunggah ke dalam memori mikrokontroler [13], [14]. Bahasa pemrograman yang digunakan Arduino IDE adalah *Java* dan *software* ini bisa dijalankan pada *Mac OS X*, *Windows* & *Linux* [15].

2.4. Modul Step Down LM2596

LM2596 merupakan *integrated circuit* (IC) yang berfungsi sebagai *step down* DC *converter* dengan *current rating* 3A [16]. IC LM2596 mempunyai tipe varian yaitu tipe *fixed voltage output* dimana untuk tegangan *output* sudah tetap/*fixed* lalu tipe *adjustable* dimana tegangan *output* bisa diatur. Modul *step down* LM2596 mempunyai beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan modul *step down* berbasis hambatan menggunakan potensiometer atau resistor yaitu *output* besar tegangan yang stabil walaupun *input* tegangannya naik turun [17].

2.5. Board ESP32-WROOM

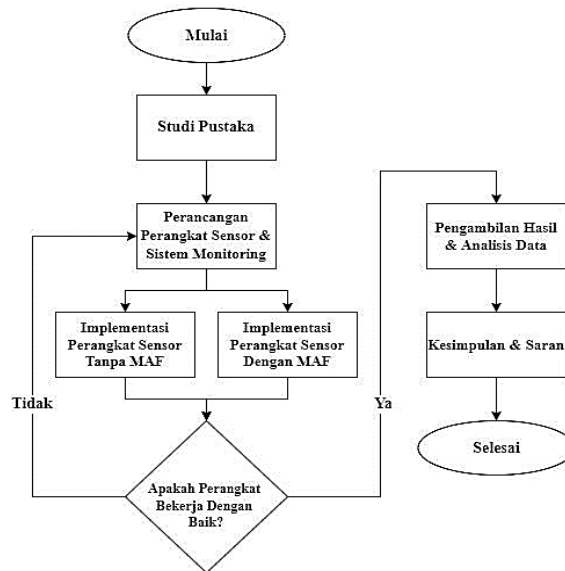
Board ESP32-WROOM yaitu sebuah papan rangkaian elektronika yang bisa digunakan pada sistem IoT [18]. Board ESP32-WROOM mempunyai modul Bluetooth dan Wi-Fi yang bisa digunakan pada beberapa aplikasi seperti pada jaringan sensor karena Board ESP32-WROOM memiliki sejumlah fitur, antara lain: PWM, IIC, UART, SPI, I/O digital dan berbagai fitur lainnya [19].

2.6. Antares

Antares merupakan platform IoT milik Telkom dengan berbagai fitur seperti *device management* hingga *data storage* [20], [21]. Antares mengunggulkan *zero infrastructure management* sehingga para pengembang aplikasi (*developer*) tidak perlu mengurus *server* karena sudah disediakan API dengan tingkat keamanan yang cukup baik karena sudah berstandar *global one M2M*. Penggunaan Antares bisa dilakukan dengan beberapa mikrokontroler seperti Arduino dan Raspberry Pi. Antares juga terhubung dengan *connectivity provider* yaitu GSM, LTE, LoRa, dan lain sebagainya [22].

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan untuk menghasilkan puwarupa (*prototype*) dengan melalui alur penelitian sesuai dengan gambar 3.1 :



Gambar 3.1. *Flowchart* Penelitian

Flowchart gambar 3.1 menjelaskan tentang alur penelitian yang berisikan beberapa tahapan yang akan dilalui selama melakukan proses penelitian. Tahap awal yaitu studi pustaka yang bertujuan untuk mengumpulkan dan mempelajari buku atau jurnal terkait dengan penelitian yang diangkat. Tahap selanjutnya yaitu perancangan perangkat sensor dan sistem *monitoring* dimana ditahap ini akan merancang alat penelitian dan sistem *monitoring* yang telah didesain seperti mendesain rangkaian alat, merancang Pin mana saja yang terhubung, dan membuat sistem *monitoring* pada *Antares*. Tahap berikutnya yaitu mengimplementasikan perangkat sensor yang tidak menggunakan MAF dan perangkat sensor yang menggunakan MAF untuk membandingkan perbedaan hasil pengukuran sensor apabila menggunakan MAF dengan tidak menggunakan MAF.

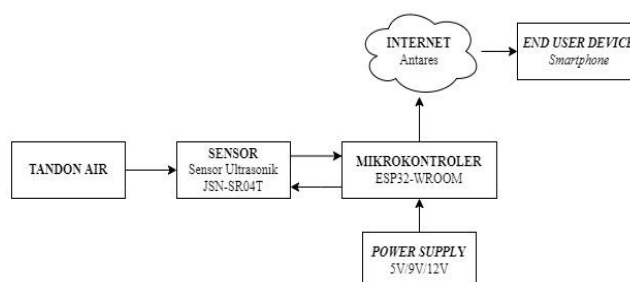
Lalu perangkat sensor akan diuji apakah berfungsi dengan baik atau tidak. Apabila perangkat sensor bekerja dengan baik maka akan dilakukan pengambilan hasil dan analisis data jika tidak perangkat sensor akan dirancang ulang. Tahap selanjutnya yaitu mengambil hasil data pengukuran ketinggian air pada tandon air kemudian menganalisa bagaimana pengaruh pengukuran sensor jika tidak menggunakan MAF dan menggunakan MAF untuk diambil kesimpulannya dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian terkait kedepannya.

3.1. Alat dan Bahan

Untuk membuat sistem *monitoring* tandon air dibutuhkan beberapa alat dan bahan yang dibedakan menjadi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Berikut di bawah ini adalah penjelasan terkait perangkat yang digunakan. Perangkat Lunak : Arduino IDE versi 1.8.20 & *Antares*; Perangkat Keras : Laptop, ESP32-WROOM, Sensor Ultrasonik JSN-SR04T, Modul Step Down LM2596, PCB (Printed Circuit Board), Tandon Air 150 liter, Meteran 3 meter, Kabel USB type B, Solder & Timah.

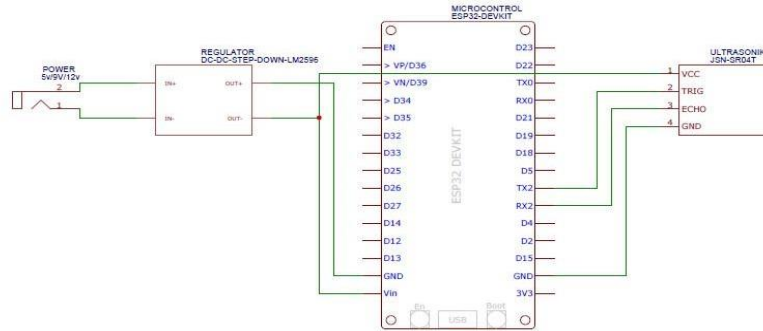
3.2. Blok Diagram Rangkaian Perancangan Sistem

Sesuai dengan gambar 3.2 sensor ultrasonik JSN-SR04T berfungsi sebagai sensor yang akan mengukur ketinggian air pada tandon air lalu data hasil pengukuran akan dikirimkan dan dikonversi menjadi kode biner melalui proses ADC (*Analog Digital Converter*) pada mikrokontroler ESP32-WROOM [23]. Kemudian data hasil pengukuran di-*transfer* menuju *Antares* sebagai tempat *database* agar bisa diakses oleh pengguna. Untuk mengakses sistem *monitoring* bisa menggunakan *smartphone* yang sudah terhubung dengan jaringan internet.



Gambar 3.2. Blok Diagram Rangkaian Perancangan Sistem

3.3. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3.3 Skematik Perangkat Mikrokontroler dan Sensor

Rangkaian skematik seperti pada Gambar 3.3 akan digunakan sebagai acuan untuk merangkai perangkat keras yang terdiri dari beberapa komponen elektronika seperti mikrokontroler ESP32- WROOM, sensor ultrasonik JSN-SR04T, regulator *step down* LM2596, dan *power supply*.

3.4. Skenario Pengujian Sistem Tanpa MAF

Pada tahap pengujian ini dilakukan tanpa mengimplementasikan MAF pada sensor ultrasonik JSN-SR04T. Pengujian akan dilakukan sebanyak enam kali dimulai dari ketinggian 30 cm, 40 cm, 50, cm, 60 cm, 70 cm, dan 80 cm dengan mengambil data sejumlah 50 data pada masing-masing ketinggian. Hasil dari pengujian ini akan dianalisa untuk mendapatkan perbandingan dengan hasil pengujian sistem dengan MAF.

3.5. Skenario Pengujian Sistem Dengan MAF

Pada tahap pengujian sistem dengan MAF langkah-langkahnya sama dengan pengujian sistem tanpa MAF hanya saja terdapat penambahan filter *movingAvg* di dalam coding program. Pengujian sistem dengan MAF menggunakan dua periode yang berbeda yaitu MAF periode 5 dan 10 dengan persamaan 3.1 dan 3.2 sebagai berikut:

$$y(5) = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5}{5} \quad (3.1)$$

$$y(10) = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7+x_8+x_9+x_{10}}{10} \quad (3.2)$$

Setelah didapatkan hasil pengujian sistem tanpa MAF dan dengan MAF kemudian dilakukan perbandingan hasil pengukuran sensor melalui persamaan 3.3 [24].

$$Error (\%) = \frac{(\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Asli})}{\text{Nilai Asli}} * 100\% \quad (3.3)$$

Lalu untuk mendapatkan nilai error pembacaan rata-rata ditentukan menggunakan persamaan 3.4 sebagai berikut:

$$Rata - rata Error (\%) = \frac{(\text{Error Percobaan ke } 1 + \text{Error Percobaan ke } 2 + \dots + \text{Error Percobaan ke } n)}{\text{Total Percobaan } (n)} \quad (3.4)$$

4. Hasil dan Pembahasan

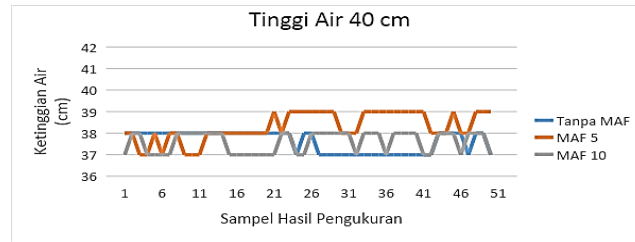
Pengujian dilakukan pada tandon air dengan kapasitas 150 liter yang memiliki tinggi 85 cm dan diameter 55 cm. Cara kerjanya adalah sensor akan diletakkan pada ketinggian 100 cm dari dasar tandon air dan proses pengukuran akan dilakukan untuk mengambil sampel data sebanyak 50 data dengan enam ketinggian yang berbeda-beda yaitu pada ketinggian 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm. Hasil pengukuran yang diperoleh akan dikurangi oleh 100 untuk mendapatkan nilai ketinggian air yang sebenarnya. Pada masing-masing ketinggian air juga diuji sebanyak tiga kali dengan kode program yang berbeda yaitu pengujian tanpa MAF, pengujian MAF 5, dan pengujian MAF 10.



Gambar 4.1. Grafik Hasil Pengujian Sensor JSN-SR04T Pada Tinggi 30 cm

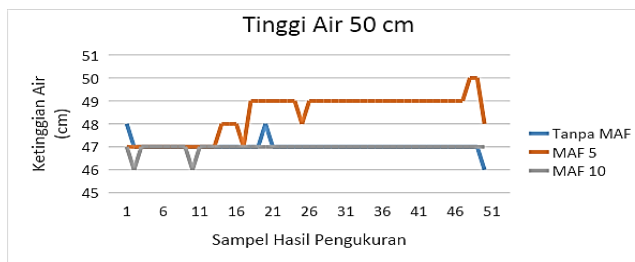
Gambar 4.1 merupakan hasil pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T pada ketinggian air 30 cm dengan jumlah 50 sampel atau data. Pada grafik tersebut terdapat 3 parameter antara lain nilai pembacaan sensor tanpa MAF, MAF 5, dan MAF 10. Berdasarkan grafik tersebut, nilai hasil pembacaan sensor tanpa MAF dan MAF 10

memperoleh hasil yang hampir sama dimana hasil pembacaan sensor tanpa MAF mempunyai *error* rata-rata sebesar 6,67 % dan MAF 10 mempunyai *error* rata-rata sebesar 6,74% dengan pembacaan sensor yang stabil. Sedangkan hasil pembacaan sensor MAF 5 menghasilkan *error* nilai pembacaan sensor yang kecil yaitu sebesar 4,07% dan lebih mendekati nilai aslinya.



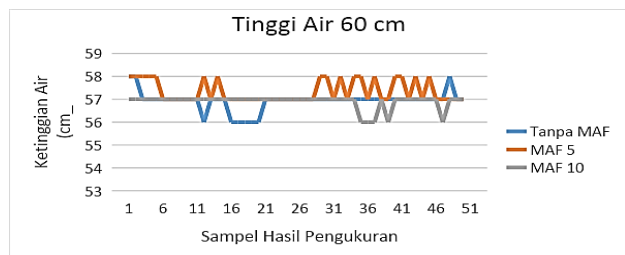
Gambar 4.2. Grafik Hasil Pengujian Sensor JSN-SR04T Pada Tinggi 40 cm

Gambar 4.2 merupakan hasil pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T pada ketinggian air 40 cm dengan jumlah 50 sampel atau data. Berdasarkan grafik tersebut, hasil pembacaan sensor dari ketiga parameter cukup fluktuatif, namun hasil pembacaan sensor yang hampir mendekati nilai sebenarnya adalah hasil pembacaan sensor MAF 5 dengan *error* rata-rata sebesar 4,25%. Sedangkan hasil dari nilai pembacaan sensor Tanpa MAF memperoleh nilai rata-rata *error* sebesar 5,95% dan rata-rata *error* yang paling besar sebesar 6% dihasilkan oleh hasil pembacaan sensor dengan MAF 10.



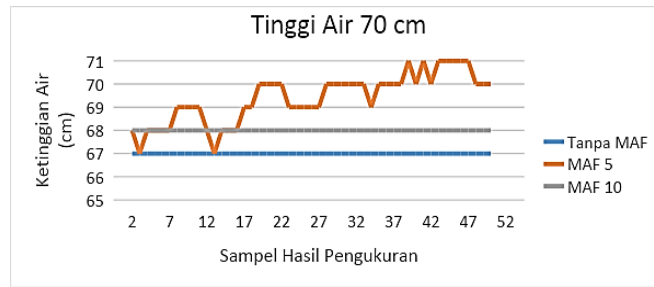
Gambar 4.3. Grafik Hasil Pengujian Sensor JSN-SR04T Pada Tinggi 50 cm

Gambar 4.3 merupakan hasil pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T pada ketinggian air 50 cm dengan jumlah 50 sampel atau data. Berdasarkan grafik tersebut, hasil pembacaan sensor Tanpa MAF dan MAF 10 menghasilkan pembacaan sensor yang stabil namun memiliki tingkat rata-rata *error* yang tinggi dimana rata-rata *error* hasil pembacaan sensor Tanpa MAF sebesar 6% dan MAF 10 sebesar 6,08% . Berbeda jika dibandingkan dengan MAF 5 yang menghasilkan pembacaan sensor yang cukup fluktuatif namun MAF 5 juga memperoleh nilai hasil pembacaan yang paling mendekati nilai asli dengan rata-rata *error* sebesar 3,32%.



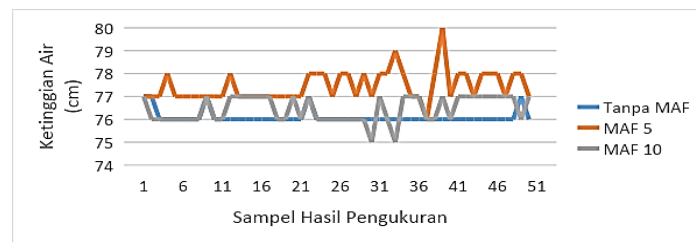
Gambar 4.4. Grafik Hasil Pengujian Sensor JSN-SR04T Pada Tinggi 60 cm

Gambar 4.4 merupakan hasil pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T pada ketinggian air 60 cm dengan jumlah 50 sampel atau data. Berdasarkan grafik tersebut, dari ketiga parameter yang ada menunjukkan hasil pembacaan sensor yang hampir sama diantara ketinggian 56 cm hingga 58 cm dengan menghasilkan rata-rata *error* yang hampir sama dimana MAF 10 memiliki hasil pembacaan sensor yang jauh dari nilai ketinggian air sebenarnya dengan rata-rata *error* tertinggi yaitu sebesar 5,22%. Kemudian hasil pembacaan sensor Tanpa MAF menghasilkan rata-rata *error* sebesar 5,1% dan MAF 5 mempunyai nilai terbaik dari kedua parameter yang lain dengan rata-rata *error* sebesar 4,43%.



Gambar 4.5. Grafik Hasil Pengujian Sensor JSN-SR04T Pada Tinggi 70 cm

Gambar 4.6 merupakan hasil pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T pada ketinggian air 70 cm dengan jumlah 50 sampel atau data. Berdasarkan hasil pengujian, dapat dilihat bahwa hasil pembacaan sensor Tanpa MAF dan MAF 10 sangat stabil masing-masing diangka 67 cm dan 68 cm. Hasil pembacaan sensor Tanpa MAF mempunyai nilai rata-rata *error* terbesar dibandingkan kedua parameter lainnya yaitu sebesar 4,28% kemudian MAF 10 dengan dengan nilai rata-rata *error* sebesar 2,85%. MAF 5 memiliki nilai yang fluktuatif namun nilai MAF 5 merupakan nilai yang paling mendekati dengan nilai sebenarnya dengan rata-rata *error* sebesar 1,28%.



Gambar 4.7. Grafik Hasil Pengujian Sensor JSN-SR04T Pada Tinggi 80 cm

Gambar 4.7 merupakan hasil pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T pada ketinggian air 80 cm dengan jumlah 50 sampel atau data. Berdasarkan hasil pengujian, parameter MAF 5 dan MAF 10 yang telah diuji menunjukkan nilai pembacaan sensor yang cukup fluktuatif dengan MAF 5 menjadi parameter yang mempunyai nilai rata-rata *error* terkecil untuk MAF 5 sebesar 3,18%, kemudian MAF 10 sebesar 4,38%. Sedangkan nilai pembacaan sensor Tanpa MAF menghasilkan nilai yang cukup stabil walaupun memiliki nilai rata-rata *error* yang paling besar dari kedua parameter lainnya yaitu sebesar 4,88%.

Tabel 4.1. Rata-rata *Error* Hasil Pengujian Sensor JSN-SR04T

Tinggi Air (cm)	Error (%)		
	Tanpa MAF	MAF 5	MAF 10
30 cm	6,67%	4,07%	6,74%
40 cm	5,95%	4,25%	6,00%
50 cm	6,00%	3,32%	6,08%
60 cm	5,10%	4,43%	5,22%
70 cm	4,28%	1,28%	2,85%
80 cm	4,48%	3,18%	4,38%
Rata-rata	5,41%	3,42%	5,21%

Dari keenam percobaan yang telah dilakukan diatas, dapat disimpulkan pada tabel 4.1 bahwa persentase nilai rata-rata *error* yang dihasilkan sensor ultrasonik JSN-SR04T dapat dikurangi jika mengimplementasikan *Moving Average Filter* dengan MAF 5 sebagai filter yang bisa mengurangi nilai rata-rata *error* sensor hingga 3,42%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan *Moving Average Filter* untuk pembacaan sensor ultrasonik JSN-SR04T mampu menurunkan tingkat *error* pembacaan sensor mencapai 0,2% untuk MAF 10 dan hampir 2 % untuk MAF 5. Pengimplementasian *Moving Average Filter* pada sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk *monitoring* ketinggian air pada tandon air sangat membantu untuk mengurangi *error* yang diakibatkan dari hasil pembacaan sensor sehingga berpengaruh terhadap pembacaan sensor yang lebih akurat lagi [25], .

5. Simpulan

Sistem *monitoring* ketinggian air pada tandon air menggunakan sensor ultrasonik JSN-SR04T dengan mengimplementasikan metode *Moving Average Filter* dengan menggunakan *platform* Antares yang telah dirancang secara keseluruhan dapat berkerja dengan baik selama melakukan percobaan. Hasil pengukuran sensor ultrasonik JSN-SR04T tanpa MAF menghasilkan rata-rata pembacaan *error* yang lebih besar yaitu sebesar 5,41%. Sementara itu, hasil pengukuran sensor ultrasonik JSN-SR04T dengan MAF 5 menghasilkan *error* pembacaan sensor sebesar 3,42% dan MAF 10 menghasilkan *error* pembacaan sensor sebesar 5,21%. Berdasarkan hasil pengukuran yang

diperoleh, dapat disimpulkan bahwa dengan mengimplementasikan *Moving Average Filter* pada sensor ultrasonik JSN-SR04T mampu mengurangi tingkat *error* pembacaan sensor sehingga dapat meningkatkan akurasi sensor ketika melakukan mengukur ketinggian air pada tandon air.

Daftar Pustaka

- [1] D. Sasmoko, H. Rasminto, and A. Rahmadani, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekerusuhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga," *J. Inform. Upgris*, vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.26877/jiu.v5i1.2993.
- [2] A. Amrullah, "Perbandingan Tingkat Akurasi Pengukuran Ketinggian Air pada Sensor HC-SR04, HY-SRF05, dan JSN-SR04T," *J. Infomedia Tek. Inform. Multimed. Jar.*, vol. 7, no. 1, pp. 31–35, 2022.
- [3] I. W. A. W. K. Heru Purwanto, Malik Riyadi, Destiana Windi Widi Astuti, "Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air," *J. SIMETRIS*, vol. 10, no. 2, 2019.
- [4] C. Liu, J. Jiang, J. Jiang, and Z. Zhou, "Enhanced Grid-Connected Phase-Locked Loop Based on a Moving Average Filter," *IEEE Access*, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2963362.
- [5] A. P. Prasetyono, I. W. Adiyasa, A. Yudianto, and S. N. K. Agit, "Multiple sensing method using moving average filter for automotive ultrasonic sensor," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1700, no. 1, doi: 10.1088/1742-6596/1700/1/012075.
- [6] P. Periyaldi, A. Bramanto, and A. Wajiansyah, "Implementasi Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Satnetcom Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Protokol Komunikasi Message Queue Telemetry Transport (Mqtt)," *JIT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 6, no. 1, 2018, doi: 10.32487/jtt.v6i1.435.
- [7] F. Mehmood, S. Ahmad, and D. H. Kim, "Design and implementation of automation appliances control based on MVC model using distributed MQTT broker in CoT networks," *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 8, no. 3C, 2019.
- [8] S. Pranith, S. Kumar, B. Singh, and T. S. Bhatti, "MAF-DCGI Based Single-Phase Uninterrupted PV-Battery System under Unintentional Islanding," *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 37, no. 1, 2022, doi: 10.1109/TEC.2021.3108180.
- [9] B. A. MUBDIR, "EFFECT OF MOVING AVERAGE FILTER WITH PID CONTROLLER USING HIL TECHNIQUE," *MINAR Int. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 03, no. 03, 2021, doi: 10.47832/2717-8234.3-3.14.
- [10] S. W. Smitt, *The scientist and engineer's guide to digital signal processing*. 1997.
- [11] A. Andang, N. Hiron, A. Chobir, and N. Busaeri, "Investigation of ultrasonic sensor type JSN-SRT04 performance as flood elevation detection," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 550, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/550/1/012018.
- [12] A. Chobir, A. Andang, and N. Hiron, "Sistem deteksi elevasi permukaan air sungai dengan sensor ultrasonic berbasis arduino," *J. Siliwangi*, vol. 3, no. 1, 2017.
- [13] Nurdian Wiko, "Arduino IDE, Pengertian dan istilah yang sering digunakan," *ide bebas*, 2019. .
- [14] Arduino, "Arduino IDE 1.8.16," *Software Arduino*, 2021. .
- [15] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino," *E-book. www. tobuku*, 2011.
- [16] Texas Instruments Incorporated, "LM2596 SIMPLE SWITCHER ® Power Converter 150-kHz 3-A Step-Down Voltage Regulator," *Datasheet*, no. 1. 2020.
- [17] M. R. -Alfariski, M. Dhandi, and A. Kiswanto, "Automatic Transfer Switch (ATS) Using Arduino Uno, IoT-Based Relay and Monitoring," *JTECS J. Sist. Telekomun. Elektron. Sist. Kontrol Power Sist. dan Komput.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.32503/jtecs.v2i1.2238.
- [18] P. Foltýnek, M. Babiuch, and P. Šuránek, "Measurement and data processing from Internet of Things modules by dual-core application using ESP32 board," *Meas. Control (United Kingdom)*, vol. 52, no. 7–8, 2019, doi: 10.1177/0020294019857748.
- [19] A. Rizal, G. Aditya, and H. Nurdiansyah, "Fish Feeder for Aquaculture with Fish Feed Remaining and Feed Out Monitoring System Based on IoT," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 2, 2021, doi: 10.21070/pels.v1i2.983.
- [20] A. F. Anggriawan, D. Darlis, and A. Novianti, "Implementasi Smart Garden Watering pada Taman Asrama Universitas Telkom Berbasis Android Menggunakan Antares Database," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 5, no. 2, 2019.
- [21] I. N. Farikha, Hafidudin, and D. N. Ramadan, "Prototype Detektor Bencana Tanah Longsor Menggunakan Accelerometer and Gyroscope Sensor Dengan Konsep Internet of Things (IoT)," *J. Teknol. Technoscintia*, vol. 6, no. 2, 2020.
- [22] W. Eka Sari, E. Junirianto, and G. Fatur Perdana, "System of Measuring PH, Humidity, and Temperature Based on Internet of Things (IoT)," *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.12928/biste.v3i1.3214.
- [23] S. A. A. Bakar, N. R. Ong, M. H. A. Aziz, J. B. Alcain, W. M. W. N. Haimi, and Z. Sauli, "Underwater detection by using ultrasonic sensor," in *AIP Conference Proceedings*, 2017, vol. 1885, doi: 10.1063/1.5002499.
- [24] S. Dwi Sasmita, S. Adi Wibowo, and R. Primaswara Prasetya, "PENERAPAN IOT (INTERNET OF THING) SMART FLOWER CONTAINER PADA TANAMAN HIAS AGLAONEMA BERBASIS ARDUINO," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i2.3770.
- [25] U. M. RIFANTI, H. PUJIHARSONO, A. SETIAWAN, and J. HENDRY, "Implementasi Moving Average Filter untuk Koreksi Kesalahan Sensor Pengukur Kedalaman Air," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 2, 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i2.432.